

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE QUÍMICA

Flávia de Almeida Ferreira

**Biodiesel como tema para facilitar e
contextualizar o ensino de Química**

Rio de Janeiro
2018

Flávia de Almeida Ferreira

Biodiesel como tema para facilitar e contextualizar o ensino de Química

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários a obtenção do grau de Licenciado em Química.

Orientadora: Michelle Jakeline Cunha Rezende

Rio de Janeiro
2018

Biodiesel como tema para facilitar e contextualizar o ensino de Química

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Instituto de Química da
Universidade Federal do Rio de Janeiro
como parte dos requisitos necessários
a obtenção do grau de Licenciado em
Química.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof^a. Michelle Jakeline Cunha Rezende (Orientadora) – IQ/DQO

Prof. Antonio Carlos de Oliveira Guerra – IQ/DQI

Prof^a. Bárbara Vasconcellos da Silva – IQ/DQO

Dedico,

A Deus e a minha família, que estiveram comigo em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar forças e me permitir chegar até aqui.

Aos meus pais, Carlos e Madalena por estarem sempre ao meu lado, me apoiando em todas as minhas decisões e me incentivando a sempre dar o meu melhor.

A minha avó Luiza (*in memoriam*) que com certeza está muito orgulhosa da pessoa que me tornei.

As Poderosas e queridas amigas (Adriane, Anna Paula, Joyce, Natacha e Priscila) vocês foram essenciais durante todo o caminho que percorremos juntas, sempre com palavras de apoio, uma sempre ajudando a outra. O meu sincero obrigada a vocês.

A professora Michelle, pela dedicação, paciência e disposição para me ajudar em fazer o melhor possível.

Ao Colégio Estadual Minas Gerais, ao Colégio Estadual Poeta Mario Quintana, a professora Emanuelle e ao professor Bruno por me permitir realizar a pesquisa e utilizar o laboratório.

E a todos os professores do IQ que contribuíram para a minha formação.

“Educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas. Pessoas transformam o mundo”.

Paulo Freire

RESUMO

Por ser a Química uma ciência que está presente em nosso dia a dia, nada mais justo que ensiná-la de forma a preparar o aluno para que ele possa fazer uso de conhecimentos químicos necessários para atuar de forma responsável na sociedade. Nesse sentido, abordar os conteúdos de forma contextualizada e relacioná-los com o cotidiano dos alunos é uma forma de fazê-los perceber a importância da Química. Trabalhar conteúdos de Química vinculados a situações reais em que os alunos estão inseridos é um dos requisitos necessários para ser considerado Tema Gerador. Este trabalho buscou analisar a inserção da temática biodiesel, com o objetivo de facilitar e contextualizar o ensino de Química. A metodologia consistiu de uma aula teórica utilizando data show, aula prática envolvendo a síntese do Biodiesel e vídeos. A metodologia foi aplicada para alunos do 3º ano do ensino médio no Colégio Estadual Minas Gerais situado em Jardim Primavera-Duque de Caxias e no Colégio Estadual Poeta Mario Quintana localizado em Mesquita. Questionários foram aplicados aos alunos antes e após a aula temática com o objetivo de avaliar a visão deles sobre a disciplina, diagnosticar o que eles entendem por biodiesel e por fim verificar se a metodologia aplicada foi válida. As respostas aos questionários mostraram que o tema biodiesel promove uma aprendizagem significativa e permite o desenvolvimento das competências e habilidades necessárias para o entendimento tanto dos processos químicos quanto ambientais e sociais. Pode-se concluir também que a aula prática é uma importante ferramenta para complementar o que se aborda durante a aula teórica, pois permite uma melhor compreensão do tema em questão.

Palavras-chave: Biodiesel, Tema Gerador, Competências e Habilidades.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Participação de fontes renováveis e não renováveis na matriz energética.	12
Figura 2: Distribuição da matriz energética no Brasil.	13
Figura 3: a) Equação geral da esterificação do ácido graxo e b) equação geral da transesterificação de um triglicerídeo.	20
Figura 4: Biodiesel Metanólico.	25
Figura 5: Biodiesel etanólico.	26
Figura 6: A) Produto gerado da reação com metanol; B) Produto gerado da reação com etanol.	26
Figura 7: Espectro de RMN de ^1H do biodiesel metanólico.	27
Figura 8: Fórmula estrutural do Biodiesel metanólico	28
Figura 9: Espectro de RMN de ^1H do biodiesel etanólico.	29
Figura 10: Fórmula estrutural do Biodiesel etanoico	29
Figura 11: Alunos do Colégio Estadual Minas Gerais durante a realização do terceiro momento pedagógico.	41
Figura 12: Realização da primeira etapa do experimento.	43
Figura 13: Durante a reação de transesterificação do óleo de soja com etanol.	43
Figura 14: Apresentação da aula utilizando o data show.	44
Figura 15: Separação das fases do biodiesel e glicerina após a reação de transesterificação.	45
Figura 16: Procedimento de lavagem do biodiesel.	46
Figura 17: Biodiesel de soja preparado pelos alunos.	46
Figura 18: Teste de combustão.	47
Figura 19: Finalização da aula temática.	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Percentual dos alunos sobre gostar da disciplina Química.	33
Gráfico 2: Percentual dos alunos a respeito da facilidade ou dificuldade da disciplina de Química.	34
Gráfico 3: Percentual dos alunos sobre a importância de estudar Química.	34
Gráfico 4: Percentual dos alunos sobre a dificuldade em entender Química.	35
Gráfico 5: Percentual dos alunos que conseguem relacionar os conteúdos de Química com os acontecimentos do dia a dia.	36
Gráfico 6: Percentual sobre o que os alunos entendem por combustível fóssil.	36
Gráfico 7: Percentual sobre fontes alternativas que os alunos conhecem que com potencial para substituir o petróleo.	37
Gráfico 8: Percentual dos alunos sobre o biocombustível ser uma fonte energética resultante do processo de:	37
Gráfico 9: Percentual dos alunos sobre o que eles entendem por energia renovável.	38
Gráfico 10: Percentual dos alunos sobre o que deve ser feito para resolver o problema do óleo descartado inadequadamente.	39
Gráfico 11: Percentual sobre a opinião dos alunos a respeito da disciplina depois da aula.	48
Gráfico 12: Percentual dos alunos sobre a Química envolvida na produção do biodiesel antes da aula.	49
Gráfico 13: Percentual dos alunos que sentiram alguma dificuldade ao estudar a Química do Biodiesel.	50
Gráfico 14: Percentual dos alunos sobre o interesse pela disciplina aumentou depois da aula temática.	50
Gráfico 15: Percentual dos alunos que após a aula consegue relacionar a Química com os acontecimentos do dia a dia.	51
Gráfico 16: Percentual dos alunos sobre a produção do biodiesel.	52
Gráfico 17: Percentual dos alunos sobre o conhecimento por combustível fóssil e renovável.	53
Gráfico 18: Percentual dos alunos sobre as matérias primas utilizada na produção de Biodiesel.	53
Gráfico 19: Percentual dos alunos sobre o biodiesel ser uma alternativa aos combustíveis derivados do petróleo.	54
Gráfico 20: Percentual dos alunos sobre qual a função orgânica do biodiesel.	55

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO	14
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 DIFICULDADES DO ENSINO DE QUÍMICA	15
3.2 ABORDAGEM TEMÁTICA FREIREANA	16
3.3 BIODIESEL	19
3.4 BIODIESEL COMO FERRAMENTA DE ENSINO	22
4. METODOLOGIA	24
4.1. ANÁLISE DO BIODIESEL	26
4.2. METODOLOGIA UTILIZADA NAS ESCOLAS	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
APÊNDICES	60

1. INTRODUÇÃO

Diante das constantes mudanças ocorridas na sociedade, a questão do processo de ensino-aprendizagem da química tem gerado grandes discussões. Isso porque boa parte das escolas não consegue realizá-lo com êxito. Assim, verifica-se a necessidade de falar em educação química, priorizando o processo ensino-aprendizagem de forma contextualizada, ligando o ensino aos acontecimentos do cotidiano do aluno, para que estes possam perceber a importância socioeconômica da química, numa sociedade avançada, no sentido tecnológico (TREVISAN e MARTINS, 2006).

Nesse sentido, o ensino de Química deveria proporcionar ao aluno a passar por situações que possibilitassem o desenvolvimento da capacidade de avaliar, questionar e se colocar frente às questões sociais nas quais o aluno está inserido.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) propõem repensar o ensino e a organização do currículo na escola brasileira, visando a construção do conhecimento por parte do aluno e o desenvolvimento de competências necessárias para entender e intervir na sua realidade. Para isso acontecer, o documento sugere um ensino contextualizado, possibilitando fazer relações entre as diferentes áreas do conhecimento (BRASIL, 2002).

A contextualização é considerada como um dos princípios para a organização do currículo por meio de temas da vivência dos alunos. A abordagem temática, no ensino de Química, tem sido recomendada com o objetivo de formar o cidadão (WARTHA e ALÁRIO, 2005).

Tendo em vista ao exposto e levando em consideração o crescimento cada vez maior de pesquisas nas áreas ambientais, energéticas, econômicas e sociais, compete ao professor buscar diferentes propostas metodológicas, dentre as quais, pode-se destacar a abordagem da temática biodiesel e a realização de experimentos. Esta é uma maneira de proporcionar aos alunos, a aplicação de seus conhecimentos, a fim de que ocorra um maior interesse pela disciplina.

Na busca por fontes alternativas de energia, o Brasil apresenta grande diferencial em relação a outros países, pois a sua imensa biodiversidade, permite a geração de energia por vários meios, incluindo as fontes de energia

renováveis como a hidrelétrica e também a busca pelo desenvolvimento de fontes alternativas, como a utilização da biomassa, para produção de combustíveis renováveis, como etanol e biodiesel (AGRONEGÓCIOS, 2006).

A matriz energética brasileira é uma das mais limpas do mundo, como mostra a Figura 1, ocupando posição de destaque quanto à participação de fontes renováveis (hidroeletricidade, biomassa etc.). De toda a energia consumida no Brasil, 44,0% provém de fontes renováveis, ao passo que a participação dessas fontes na matriz energética mundial é de aproximadamente 13,0%. Entretanto, ainda como mostrado na Figura 1, as fontes não renováveis ainda são predominantes, respondendo por 56,0% do fornecimento, dos quais 38,6% provêm do petróleo e derivados; 10,2%, do gás natural; 5,7%, do carvão mineral; e 1,5%, da energia nuclear (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2012).

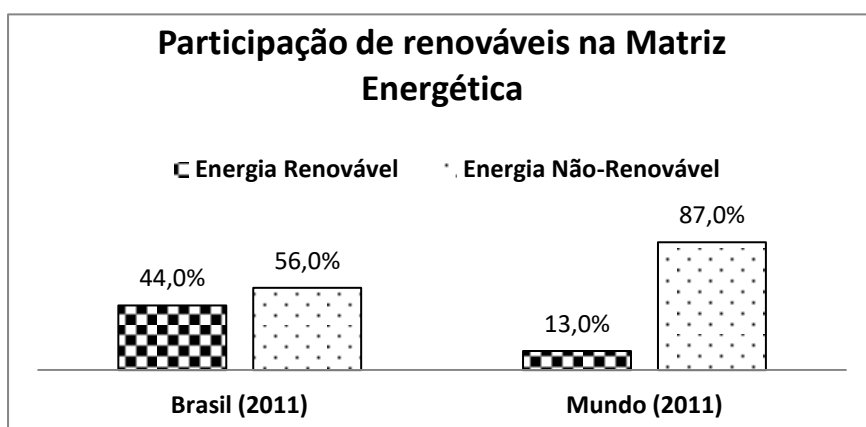


Figura 1. Participação de fontes renováveis e não renováveis na matriz energética no ano de 2011.

A Figura 2 mostra que a participação da energia não renovável na matriz energética brasileira apresentou crescimento (de 55,6% em 2005 para 59,9% em 2014), principalmente na oferta de petróleo e derivados, que passou de 38,7% para 39,4%, entre 2005 e 2014. O aumento da demanda de petróleo e seus derivados foi impulsionado pela descoberta de óleo na região do pré-sal e pelo crescimento nas vendas de automóveis. Porém, analisando-se a distribuição das diferentes fontes renováveis, percebe-se que o carvão vegetal perdeu participação, em parte devido ao aumento relativo das fontes

alternativas (solar, eólica, biogás etc.). A escassez de chuvas aliada à dificuldade cada vez maior para construir hidrelétricas com reservatórios no Brasil reduziu ainda mais a participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira em 2014 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2006 e 2015).

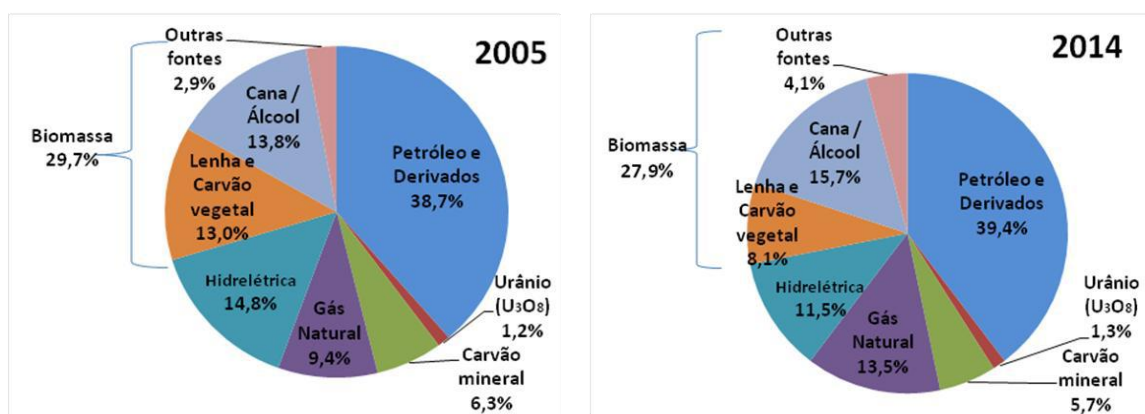


Figura 2. Distribuição da matriz energética no Brasil.

As fontes renováveis de energias terão, nas próximas décadas, uma participação cada vez mais relevante na matriz energética global, pois a preocupação com as questões ambientais e o desenvolvimento sustentável é o foco de muitas pesquisas de desenvolvimento tecnológico que buscam a aprendizagem e a consequente redução dos custos para geração dessas energias (BRASIL, 2009).

Ao utilizar o tema energia renovável, o professor faz com que os alunos entendam as questões associadas ao assunto, além de propiciar aos alunos informações para que estes possam perceber a relevância e a participação da química no desenvolvimento de novas questões tecnológicas. Chassot (1995) ressalta a importância de priorizar temas que são de interesse da comunidade, fazendo a ponte entre conhecimento científico, aplicações tecnológicas e suas implicações sociais, contribuindo, portanto, para a formação social, histórica, política e cultural dos alunos.

Nesse trabalho será utilizada a temática Biodiesel de forma contextualizada e empregando diferentes estratégias de ensino. Essa proposta prevê aulas teóricas e experimentais, contribuindo para o desenvolvimento do

processo de ensino-aprendizagem de Química. O método de ensino será proposto seguindo as concepções de Paulo Freire, defensor da ideia de que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” (FREIRE, 2010, p.47).

2. OBJETIVOS

- ✓ Propor uma nova estratégia de ensino, utilizando os princípios da aula temática e aplicar uma metodologia que contextualize o ensino de Química por meio da temática Biodiesel.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Desenvolver uma metodologia para propiciar e motivar o contato do aluno com a temática Biodiesel;
- ✓ Conscientizar os alunos a respeito do uso do biodiesel: vantagens e desvantagens;
- ✓ Proporcionar aos estudantes melhor compreensão de conceitos químicos como: funções orgânicas, estequiometria, ligações químicas, densidade, equilíbrio químico, entre outros; e aspectos sócio-políticos, econômicos e ambientais que são intrínsecos ao tema;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 DIFICULDADES DO ENSINO DE QUÍMICA

O ensino de química segue ainda o modelo tradicional levando a um ensino descontextualizado, fazendo com que os alunos possuam uma falta de interesse pela disciplina mesmo sabendo que a química está presente no nosso cotidiano. Na escola, o conhecimento tem sido apresentado principalmente através do repasse de informações pelos professores que na maioria das vezes se preocupam mais em passar o conteúdo e cumprir o currículo disciplinar.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio:

No Brasil, a abordagem química escolar continua praticamente a mesma. Embora às vezes "maquiada" com uma aparência de modernidade, a essência permanece a mesma, priorizando-se informações desligadas da realidade vivida pelos alunos e pelos professores. (BRASIL, 2000, p.64).

Alguns esforços têm sido feitos no sentido do conhecimento químico passar a ter novas abordagens, tendo como objetivo, a formação de cidadãos capazes de participar ativamente de uma sociedade em constante evolução científica. Para Santos e Schnetzler (2003, p.13), "o ensino atual de nossas escolas está muito distante do que o cidadão necessita conhecer para exercer a sua cidadania".

Por esse motivo, o ensino de química deve desenvolver nos alunos a habilidade de relacionar fenômenos químicos presentes em seu cotidiano, o que torna necessário a associação dos conteúdos dessa ciência com o contexto sociocultural em que o aluno está inserido.

A partir de um bom aprendizado de Química, o aluno pode tornar-se um cidadão com melhores condições de analisar mais criticamente situações do cotidiano. Pode, por exemplo, colaborar em campanhas de preservação do meio ambiente, solicitar equipamentos de proteção em sua área de trabalho, evitar exposição a agentes tóxicos etc. Pode, portanto, ser um cidadão capaz de interagir de forma mais consciente com o mundo. (SANTA MARIA et al., 2002, p.19)

É necessário ter em vista que a química utiliza uma linguagem característica, através de fórmulas, símbolos e equações. Assim, é necessário que o aluno desenvolva competências apropriadas para reconhecer, fazer uso dessa linguagem e ser apto para compreender e empregar, a partir das informações a representação química. A memorização de fórmulas, símbolo e regras de nomenclatura diminui o interesse dos alunos pela disciplina e não contribui para o desenvolvimento de habilidades no Ensino Médio.

Considerando que a química está presente no dia a dia de cada indivíduo, nada mais justo que trabalhar essa ciência de forma contextualizada, articular teoria e prática, conteúdo escolar e cotidiano dos alunos, utilizando os conhecimentos prévios dos estudantes e contribuindo para a efetivação da inclusão e cidadania dos alunos.

3.2 ABORDAGEM TEMÁTICA FREIREANA

Para Freire, o currículo tem uma perspectiva de libertação, de transformação social, de construir um horizonte de possibilidades para autonomia humana, de desocultar a ideologia dominante.

Neste sentido, Freire destaca a concepção bancária de educação, a qual transforma o educando em simples recipiente a ser preenchido.

[...] a educação bancária não estimula. Pelo contrário, sua tônica reside fundamentalmente em matar nos educandos a curiosidade, o espírito investigador, a criatividade. (FREIRE 1981, p. 8):

A educação bancária, que tem por referência as teorias tradicionais do currículo, compreende os estudantes como objetos que recebem o conhecimento exclusivo do professor. Nessa visão, o educador está acima do educando, não permitindo questionamentos, dúvidas e ideias novas.

Por isso Freire critica esse tipo de educação que não permite a formação de consciência crítica, pois os estudantes são estimulados a memorizar e repetir mecanicamente os conteúdos, além do caráter verbalista, dissertativo e narrativo, típico do currículo tradicional.

Com o objetivo de romper com as características da educação bancária, Freire formulou as bases para uma educação libertadora, a qual se realiza como prática da liberdade, tornando o educando um sujeito crítico e reflexivo capaz de transformar sua realidade e inserir-se na sociedade de forma efetiva, substituindo assim, o absolutismo presente na escola tradicional. Os conhecimentos já adquiridos pelos educandos são valorizados e organizados, permitindo que ele reflita e tenha as suas próprias conclusões.

Na educação libertadora, os alunos e professores são vistos como construtores de um processo de ensino-aprendizagem, que juntos dialogam, problematizam e constroem o conhecimento cooperando para o aprendizado mútuo.

De acordo com Freire é a partir da prática dialógica que o sujeito desenvolve suas potencialidades de comunicar, interagir, administrar e de construir o seu conhecimento desenvolvendo sua capacidade de decisão, humanizando-se.

Para Freire (1987, p. 47) “Sem o diálogo não há comunicação e sem esta não há verdadeira educação”. Pois, na medida em que nos comunicamos uns com os outros nos tornamos mais capazes de transformar nossa realidade.

Freire defende um currículo estimulador, que leve à reflexão, ao desenvolvimento do pensamento crítico, a um conhecimento baseado nas experiências e vivências do sujeito, defendendo uma configuração curricular

baseada na abordagem de temas, de problemas reais, através do que denominou de Tema Gerador, cujo conceito é discutido na colocação abaixo:

Estes temas se chamam geradores porque, qualquer que seja a natureza de sua compreensão, como a ação por eles provocada, contém em si a possibilidade de desdobrar-se em outros tantos temas que, por sua vez, provocam novas tarefas que devem ser cumpridas (FREIRE, 2005, p.108).

O Tema Gerador é obtido através do processo de investigação temática (FREIRE, 1987) e a partir da concepção dialógico-problematizadora, Delizoicov e Angotti (1991) propõem o desenvolvimento do programa de ensino em sala de aula em três momentos, denominados de momentos pedagógicos, formados pela:

- (i)** problematização inicial: etapa em que se busca conhecer as interpretações que os alunos têm a respeito da situação abordada;
- (ii)** organização do conhecimento: momento em que o professor trabalha de forma dialógica determinados conceitos científicos necessários para compreender o tema;
- (iii)** aplicação do conhecimento: momento em que ocorre a retomada das questões abordadas na problematização inicial e a apresentação de situações novas, pertinentes à discussão em pauta.

Nesse sentido, trabalhar conteúdos de Química vinculados ao contexto social em que o aluno está inserido, ligando-os a problemas ambientais que existem na realidade local, promove uma aprendizagem significativa e consciência ambiental nos alunos. Além de trazer essa consciência crítica, permite a construção de mais sujeitos que possam atuar de maneira consciente e positiva frente aos problemas ambientais locais.

Essa preocupação do ensino de Química com a formação da cidadania e da visão de temas de interesse social, presente no cotidiano, é bastante atual.

Os temas químicos sociais desempenham papel fundamental no ensino de Química para formar o cidadão, pois propiciam a contextualização do conteúdo químico com o cotidiano do aluno, além de permitirem o desenvolvimento das habilidades básicas relativas à cidadania, como a participação e a capacidade de tomada de decisão, pois trazem para a sala de aula discussões de aspectos sociais relevantes, que exigem dos alunos posicionamento crítico quanto a sua solução. (SANTOS e SCHNETZLER, 2003, p. 105)

O biodiesel, seu processo de produção, sua colocação na matriz energética vem ao encontro de um contexto social amplo, contribuindo como meio propiciador da contextualização do ensino de química, apresentando os requisitos necessários para ser considerado como o que Paulo Freire denominou de tema gerador.

3.3 BIODIESEL

A crescente preocupação com o aquecimento global no início do século XXI tem incentivado intensas discussões sobre novas fontes de energia. A sociedade moderna é, ainda, muito dependente do petróleo, mas, em todo o mundo já se discute a viabilidade dos combustíveis renováveis, que causariam um impacto muito menor no aquecimento do planeta.

O biodiesel é um biocombustível que apresenta propriedades de combustão muito próximas às do diesel, podendo substituí-lo parcialmente. Entretanto, o biodiesel é produzido a partir de matérias primas renovável, tais como, óleos vegetais, gorduras animais e óleos e gorduras residuais (OGR).

A utilização do biodiesel como combustível é apontado como uma grande opção que contribui para o desenvolvimento sustentável nas áreas ambientais, sociais e econômicas, pois é biodegradável, é produzido a partir de matérias-primas renováveis e não contém enxofre (VASCONCELOS e LIMA, 2010).

Existem diferentes espécies de oleaginosas no Brasil que podem ser usadas para produzir o biodiesel. Entre elas estão a mamona, dendê, canola, girassol, amendoim, soja e algodão. Matérias-primas de origem animal, como o sebo bovino e gordura suína, também podem ser utilizadas para a sua fabricação.

Apesar de suas propriedades possibilitarem a substituição parcial do diesel, a composição química do biodiesel é diferente da do diesel. O óleo diesel é um combustível obtido a partir do refino do petróleo por destilação fracionada em temperaturas na faixa de 150 a 400°C. É constituído basicamente por hidrocarbonetos, apresentando em baixas concentrações compostos contendo átomos de enxofre, oxigênio e nitrogênio. A cadeia de hidrocarbonetos que forma o óleo diesel varia, podendo chegar até vinte e oito átomos de carbono (OLIVEIRA et al., 2008).

Já o biodiesel é constituído por uma mistura de monoésteres alquílicos de ácidos graxos (ésteres graxos) que podem ser obtidos por esterificação de ácidos graxos ou a partir da reação de transesterificação de triacilglicerídeos presentes em óleos e gorduras, de acordo com a Figura 3 (SUAREZ et al., 2007).

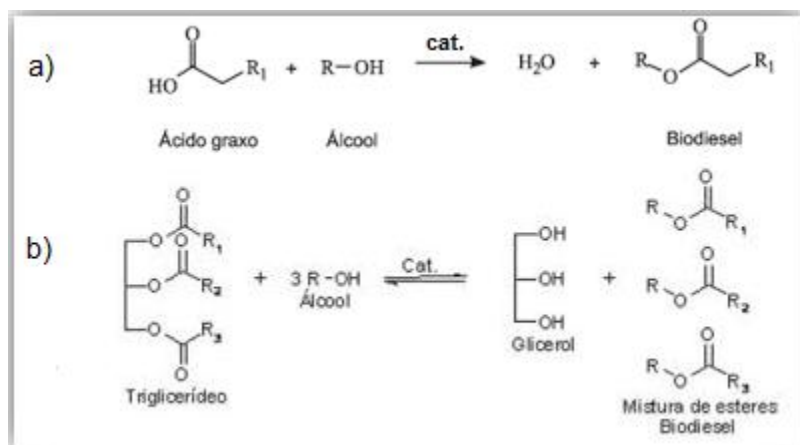


Figura 3. a) Equação geral da esterificação do ácido graxo e **b)** equação geral da transesterificação de um triglicerídeo.

A transesterificação é a rota mais empregada para a produção de biodiesel e se constitui na reação de um óleo ou vários tipos de óleos na presença de álcoois primários que pode ser promovida por catalisador ácido ou

básico. Para a reação de transesterificação é necessário um excesso de álcool devido à reversibilidade da reação (NETO et al., 2000).

O metanol e o etanol são os álcoois primários mais produzidos em escala industrial e também os álcoois mais empregados nas reações de transesterificação para produção de biodiesel. A utilização do metanol no processo de transesterificação apresenta algumas vantagens em relação ao uso do etanol, entre elas está a facilidade de obtenção do metanol comercial com baixo teor de água e maior velocidade de reação com menor consumo de álcool. Porém a rota metílica também apresenta algumas desvantagens, pois, apesar da possibilidade de se produzir metanol a partir de biomassa, ele é tradicionalmente obtido de fontes não renováveis e é tóxico (SILVA, 2005). Já o etanol tem a vantagem de ser obtido a partir da biomassa, mas traz como desvantagem uma maior miscibilidade dos ésteres etílicos produzidos na glicerina, o que dificulta a separação das fases. Outro problema encontrado na rota etílica é o fato do etanol ter um maior teor de água o que gera outra reação, a saponificação, que compete com a reação de transesterificação, gerando dessa forma sabão junto ao biodiesel. A saponificação dificulta a separação de fases, além de interferir na qualidade do biodiesel produzido.

A estabilidade oxidativa é um fator que relaciona a resistência do biodiesel à oxidação. É um dos critérios mais importantes no que diz respeito a qualidade do biocombustível ao longo do período de armazenamento. A estabilidade depende de alguns agentes que aceleram a degradação do biodiesel como a água, oxigênio, temperatura, luz e metais. A degradação por oxidação produz compostos (cetonas, aldeídos, ácidos, polímeros, dímeros, entre outros) que comprometem as propriedades do biodiesel, prejudicando a qualidade deste, e o desempenho do motor (PULLEN e SAEED, 2012).

O biodiesel apresenta baixa estabilidade oxidativa, o que aumenta também a possibilidade de reações corrosivas. É mais higroscópico do que o diesel, assim, a água absorvida pode favorecer a corrosão metálica dos materiais em contato com este combustível. O combustível entra em contato com vários metais desde o armazenamento ao seu uso final (MARU et al., 2009).

A transesterificação permite o uso de catalisadores, que amenizam as condições de síntese e alteram a velocidade da reação, diminuindo o tempo da

reação. Os catalisadores alcalinos são os mais indicados frente aos catalisadores ácidos por permitirem maior velocidade da reação e maiores conversões do óleo vegetal em biodiesel em condições moderadas de temperatura. Dentre os catalisadores alcalinos destacam-se o hidróxido de sódio (NaOH) e o hidróxido de potássio (KOH), por permitirem baixo custo e apresentarem simplicidade dos equipamentos.

A Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, estabeleceu a obrigatoriedade da adição de um percentual mínimo de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor, em qualquer parte do território nacional. Esse percentual obrigatório foi de 2% de biodiesel (B2) ao óleo diesel comercializado ao consumidor a partir de 2008 e de 5% (B5) a partir de 2013 (BRASIL, 2007).

Devido ao grande avanço ocorrido e da experiência acumulada pelo Brasil na produção e no uso em larga escala de biocombustíveis, algumas metas foram adiantadas, já em 2008 foi anunciada a intenção de antecipação da mistura B5 para 2010, conforme abaixo:

- Julho/2008: B3 torna-se obrigatório;
- Julho/2009: B4 torna-se obrigatório;
- Janeiro/2010: B5 torna-se obrigatório;
- Março/2017: B8 torna-se obrigatório e desde março de 2018, o óleo diesel comercializado em todo o Brasil contém 10% de biodiesel (B10). A contínua elevação do percentual de adição de biodiesel ao diesel incentiva a produção de biodiesel e favorece o agronegócio brasileiro (ANP, 2018).

3.4 BIODIESEL COMO FERRAMENTA DE ENSINO

No momento em que são discutidos os problemas ambientais, econômicos e sociais, como por exemplo, o aquecimento global, o aumento dos combustíveis e a dependência da sociedade em relação aos combustíveis não renováveis, a introdução em sala de aula da temática biodiesel como uma ferramenta de ensino constitui-se excelente alternativa para que os estudantes compreendam as questões tecnológicas e ambientais do tema estudado. Essa temática pode ser trabalhada associada a diversos conteúdos de química.

De acordo com Prado et al. (2006), nas primeiras aproximações do tema biodiesel, nas aulas de química, podem ser abordados os seguintes tópicos:

- ✓ A necessidade de fontes alternativas de energia;
- ✓ Definição, forma de obtenção e aplicações do biodiesel;
- ✓ Questões ambientais pertinentes ao tema combustíveis;
- ✓ Comparações entre o impacto ambiental gerado entre o diesel convencional e o biodiesel;
- ✓ Outros combustíveis alternativos;
- ✓ Diferenças entre reações: esterificação, transesterificação e saponificação.

Além dessas abordagens, o uso desta temática permite a abordagem teórica de diversos conceitos de química dentre eles: funções orgânicas, nomenclatura das funções orgânicas, ligações químicas, separação de misturas, estequiometria, densidade, equilíbrio químico e interações intermoleculares. Seu emprego pode ainda complementar a formação dos alunos ao discutir as questões políticas, econômicas, sociais e ambientais que estão envolvidas na produção do biodiesel.

O tema biodiesel apresenta um grande potencial de unir vários conceitos, a fim de possibilitar aos alunos a confirmação de suas ideias ou então a reorganização das mesmas. Uma aula experimental sobre a síntese do biodiesel também é considerada um recurso produtivo para promover a aprendizagem.

Conforme aponta Brito (2008), aulas bem preparadas, com metodologia variada, contextualizada e que fazem uso da experimentação despertam o interesse do aluno para aprender e motivam o professor a compartilhar seu conhecimento.

4. METODOLOGIA

Antes da realização do experimento com os alunos, foram realizados dois testes com o intuito de validar a metodologia e preparar um experimento simples de ser executado e que produzisse um biodiesel de qualidade e com uma alta conversão. Esses experimentos foram realizados no Laboratório de Estudos para o Meio Ambiente e Energia do Instituto de Química da UFRJ (LEMAE-IQ/UFRJ).

A produção do biodiesel foi realizada por catálise básica nos dois testes. A reação de transesterificação foi feita com óleo de soja refinado, adquirido em estabelecimento comercial.

TESTE 1

Proporção dos Reagentes:

- ✓ 1 g de NaOH
- ✓ 35 mL de metanol
- ✓ 100 mL de óleo de soja

Descrição: O NaOH foi adicionado ao metanol em um béquer e o conteúdo foi agitado até a dissolução completa para a produção do metóxido de sódio. O óleo foi aquecido em um balão de fundo redondo a 50°C e então a solução de metóxido de sódio foi adicionada. O meio de reação foi mantido nessa temperatura, sob agitação magnética constante por 2 horas. O conteúdo do balão foi então transferido para um funil de separação, onde permaneceu por 24 horas. Passado esse período, observou-se a separação de fases, com cores bem distintas, conforme mostrado na Figura 4. A fase superior é o biodiesel metílico de soja e a fase inferior é a glicerina, junto com metanol não reagido e hidróxido de sódio. A fase inferior foi recolhida em um béquer. A fase superior foi lavada com 5 mL de solução aquosa de HCl 5% (v/v), com 5 mL de solução saturada de NaCl, e por fim com 5 mL de água destilada. O biodiesel lavado foi transferido para um béquer, seco com sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4) e filtrado.



Figura 4. Etapas da produção do biodiesel metílico de soja.

TESTE 2

Proporção dos Reagentes:

- ✓ 1 g de NaOH
- ✓ 50 mL de etanol
- ✓ 100 mL de óleo de soja

Descrição: O NaOH foi adicionado ao etanol em um béquer e o conteúdo foi agitado até a dissolução completa para a produção do etóxido de sódio. O óleo foi aquecido em um balão de fundo redondo a 60°C e então a solução de etóxido de sódio foi adicionada. O meio de reação foi mantido nessa temperatura, sob agitação magnética constante por 2 horas. A solução foi transferida para um funil de separação, onde permaneceu por 24 horas. Entretanto, não ocorreu a separação de fases, conforme pode ser observado na Figura 5. A fim de provocar a separação das fases, adicionou-se 15 mL de glicerina ao funil, deixando-o em repouso novamente por mais 24 horas. A separação de fases ocorreu nesse intervalo, sendo a fase superior o biodiesel etílico de soja e a fase inferior a glicerina, junto com etanol não reagido e hidróxido de sódio. A fase inferior foi recolhida em um béquer. A fase superior foi lavada com 5 mL de solução aquosa de HCl 5% (v/v), com 5 mL de solução saturada de NaCl, e por fim com 5 mL de água destilada. O biodiesel lavado foi

transferido para um béquer, seco com sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4) e filtrado.

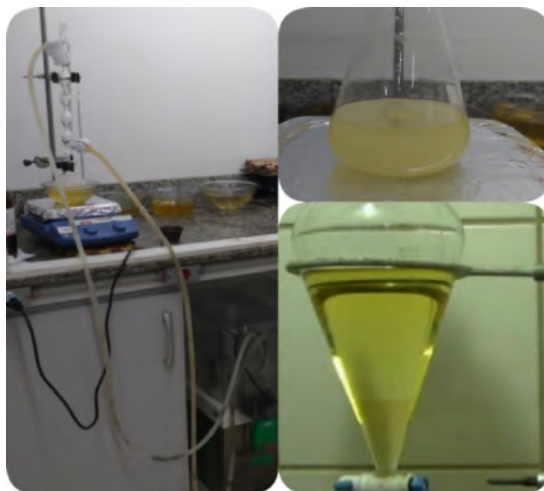


Figura 5. Etapas da produção do biodiesel etílico de soja.

4.1 ANÁLISE DO BIODIESEL PRODUZIDO

Os produtos obtidos a partir da reação de transesterificação de óleo de soja com metanol (Teste 1) e etanol (Teste 2) podem ser observados na Figura 6.

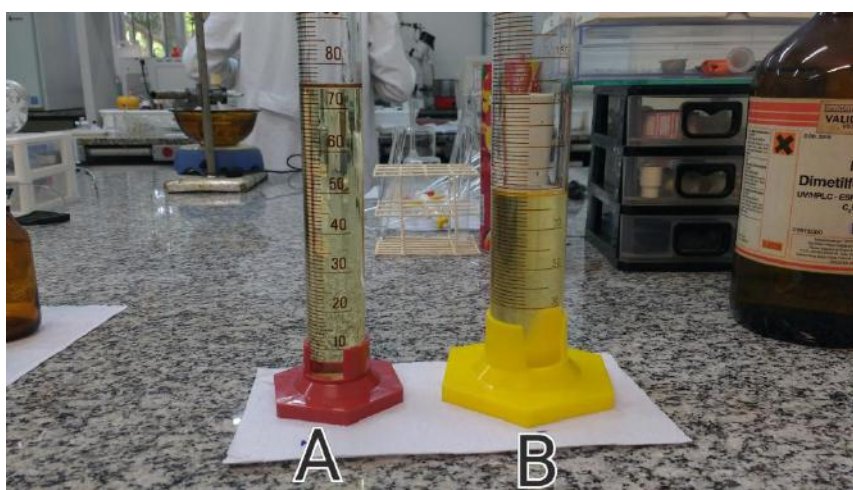


Figura 6. **A)** Produto gerado da reação com metanol; **B)** Produto gerado da reação com etanol.

A conversão do óleo de soja em biodiesel, através da sua reação com etanol e com metanol, foi calculada utilizando a técnica de Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio (RMN de ^1H). A conversão foi analisada pelo surgimento de sinais específicos. A Figura 7 apresenta o espectro de RMN de ^1H do biodiesel metílico produzido conforme descrição do Teste 1. Para a avaliação da conversão em ésteres metílicos, utilizou-se o sinal dos hidrogênios do grupo metilênico adjacente ao grupo carbonila ($\alpha\text{-CH}_2$) em 2,3 ppm e o sinal relativo aos hidrogênios do grupo metoxila ($-\text{OCH}_3$) em 3,7 ppm. A Figura 8 ilustra a estrutura do linoleato de metila, componente majoritário do biodiesel metílico de soja.

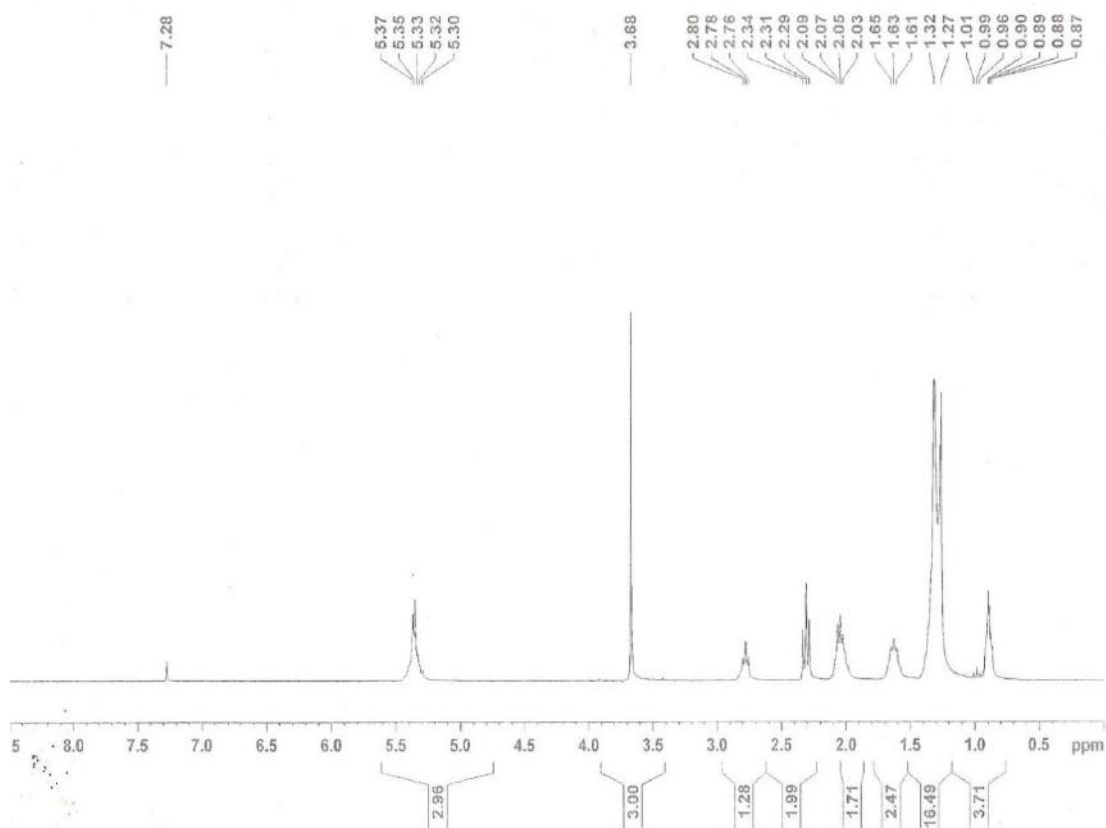


Figura 7. Espectro de RMN de ^1H do biodiesel metílico.

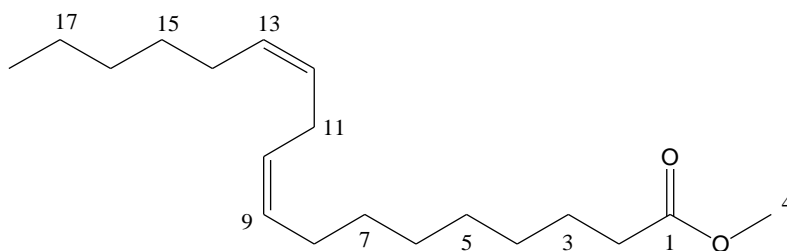


Figura 8. Fórmula estrutural do linoleato de metila, éster majoritário do biodiesel metílico de soja.

Assim, o percentual de conversão da reação foi calculado pela relação dos valores da integração dos sinais de RMN de ^1H a partir dos hidrogênios do grupo metoxila e dos hidrogênios do grupo metilênico adjacente ($\alpha\text{-CH}_2$) à carbonila. Isso é possível porque o grupo $\alpha\text{-CH}_2$ está presente na estrutura dos triacilglicerídeos, dos produtos intermediários (diacilglicerídeos e monoacilglicerídeos) e na estrutura dos ésteres metílicos. Dessa forma é atribuído o valor de 100% à área desses hidrogênios. O cálculo é detalhado abaixo. A conversão em biodiesel metílico foi de 100%, mostrando que a metodologia testada é eficiente.

Cálculo da conversão em biodiesel metílico:

$$2,3 \text{ ppm} \longrightarrow \text{área } \frac{1,99}{2} = 0,995/\text{H}$$

$$3,68 \text{ ppm} \longrightarrow \text{área } \frac{3,00}{3} = 1,00/\text{H}$$

$$0,995 \text{ ----- } 100\%$$

$$1,00 \text{ ----- } X$$

$$X = 100\%$$

Para conversão em biodiesel etílico, também utilizou-se o sinal dos hidrogênios do grupo $\alpha\text{-CH}_2$ adjacente ao grupo carbonila em 2,3 ppm. Nos ésteres etílicos foi selecionado o sinal relativo aos hidrogênios do metileno

presente no grupo etoxila ($-\text{OCH}_2\text{CH}_3$) em 4,17 ppm. A Figura 9 apresenta o espectro de RMN de ^1H do biodiesel etílico produzido conforme descrição do Teste 2. A Figura 10 ilustra a estrutura do linoleato de etila, componente majoritário do biodiesel etílico de soja.

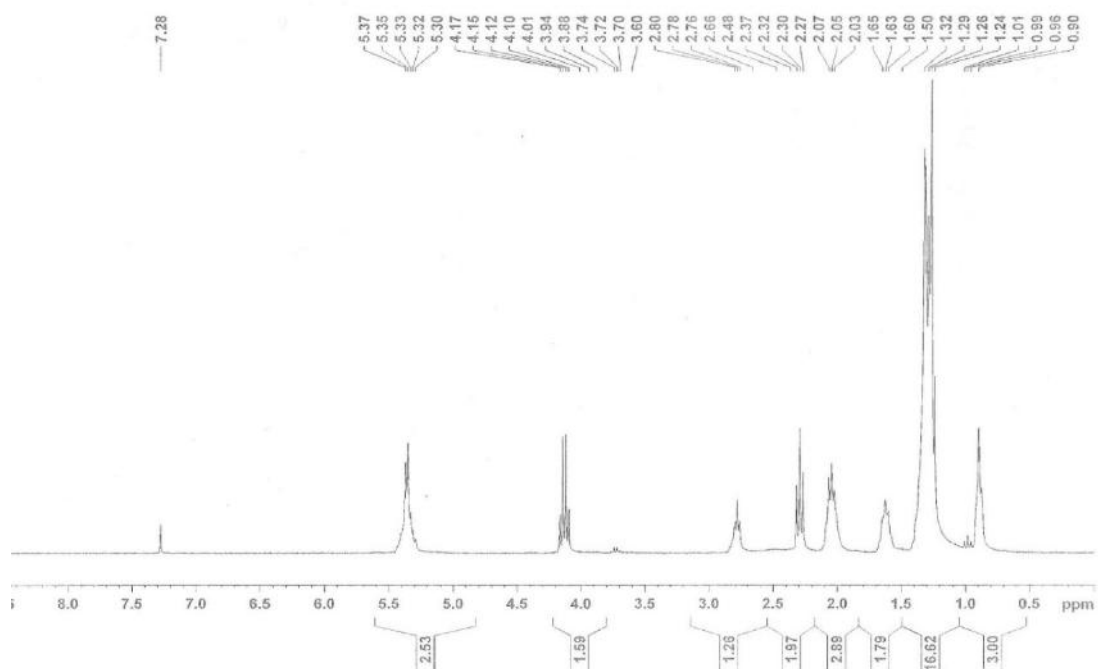


Figura 9. Espectro de RMN de ^1H do biodiesel etílico.

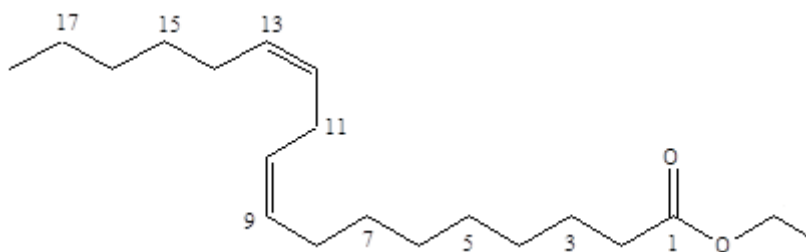


Figura 10. Fórmula estrutural do linoleato de etila, éster majoritário do biodiesel etílico de soja.

Assim, o cálculo da conversão da reação com etanol foi realizado como descrito abaixo. A conversão em biodiesel etílico foi de 80,7%. A metodologia com etanol foi escolhida como a mais segura para ser realizada com os alunos.

Cálculo da conversão em biodiesel etílico:

$$2,3 \text{ ppm} \longrightarrow \text{área } \frac{1,97}{2} = 0,985/H$$

$$4,17 \text{ ppm} \longrightarrow \text{área } \frac{1,59}{2} = 0,795/H$$

$$0,985 \text{ ----- } 100\%$$

$$0,795 \text{ ----- } X$$

$$X = 80,7\%$$

4.2 METODOLOGIA APLICADA NAS ESCOLAS

A proposta foi aplicada em duas escolas estaduais, em turmas do 3º ano do ensino médio. O Colégio Estadual Minas Gerais (CEMG) está situado em Jardim Primavera/Duque de Caxias e não possui laboratório. O Colégio Estadual Poeta Mário Quintana (CEMQ) está situado no bairro da Chatuba, município de Mesquita. O colégio possui um laboratório de ciências amplo e estruturado. A realização da proposta nessas duas escolas foi a de testar a relação teoria/prática e o nível de compreensão dos conteúdos abordados após a aplicação dos três momentos pedagógicos.

Foram considerados sujeitos da proposta 31 estudantes. As atividades tiveram duração de 2 horas no Colégio Estadual Minas Gerais, e foram realizadas no horário da disciplina de Química. No Colégio Estadual Poeta Mário Quintana as atividades foram divididas em dois dias e foram realizadas no contraturno. No primeiro dia foram considerados sujeitos da proposta 18 estudantes e as atividades tiveram duração de 4 horas. No segundo dia para o término das atividades foram 14 estudantes e as atividades tiveram duração de 3 horas.

A metodologia da proposta baseia-se nos três momentos pedagógicos, formados pela Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento, a qual visa a partir de elementos do cotidiano contribuir para o desenvolvimento do senso crítico e potencializar o processo de aprendizagem.

No primeiro momento foi proposto para ambas as escolas um primeiro questionário diagnóstico (apêndice A) com o objetivo de avaliar a visão dos alunos sobre a disciplina Química e diagnosticar o que os estudantes sabem e pensam sobre a temática biodiesel. O questionário foi constituído de 10 perguntas de múltipla escolha. Um total de 49 questionários foi analisado nas duas escolas.

Na Problematização Inicial, foram realizadas discussões, fazendo o estudante perceber a existência de diferentes visões e explicações para a situação problematizada e ao comparar este conhecimento com o seu o aluno sente a necessidade da aquisição de outros conhecimentos.

Para a apresentação do segundo momento, nas duas turmas foi utilizado o data show e nos slides (apêndice B) foram ilustradas algumas definições e relações a respeito do Biodiesel, sua forma de produção, distribuição das oleaginosas no Brasil, questões ambientais relacionadas à sua produção, a reação de transesterificação e outros conteúdos de Química Orgânica. No Colégio Estadual Minas Gerais os slides foram apresentados em 1 h e 15 minutos, enquanto que no Colégio Estadual Poeta Mário Quintana os slides foram apresentados em 2 horas.

Para a realização do terceiro momento foram propostas metodologias diferentes, pois um colégio possui laboratório e o outro não, então:

No Colégio Estadual Minas Gerais, colégio que não possui laboratório, no desenvolvimento deste momento, foi utilizado o vídeo “Aí tem Química! Combustíveis Renováveis – Biodiesel”, <https://www.youtube.com/watch?v=slw0kgHLAhg>, que teve por objetivo expor aspectos gerais relacionados ao biodiesel e sua produção. Ao longo do vídeo foram apresentados diversos conceitos relacionados ao uso do biodiesel e ao final foi apresentada uma breve recapitulação do conteúdo abordado ao longo do episódio, o que permitiu com que os alunos fizessem as conexões entre os diversos pontos abordados, encadeando as ideias de forma que haja

verdadeiramente uma aprendizagem. O tempo de apresentação do vídeo foi de 10 minutos.

Foi utilizado também o vídeo “Óleo de cozinha usado vira biodiesel em São Paulo”, <https://www.biodieselbr.com/noticias/materia-prima/ogr/video-oleo-cozinha-usado-biodiesel-sp-210213.htm>, que teve por objetivo apresentar iniciativas para o reaproveitamento de óleos e gorduras residuais gerados no território paulista. O tempo de apresentação do vídeo foi de 5 minutos.

Após a apresentação dos vídeos os alunos responderam um segundo questionário diagnóstico (apêndice C), com o objetivo de verificar a relevância da atividade proposta e identificar se houve alguma mudança a respeito do que os alunos pensam sobre a disciplina Química. O questionário foi constituído de 10 perguntas de múltipla escolha. Um total de 31 questionários foi analisado nessa escola.

No Colégio Estadual Poeta Mário Quintana, colégio que possui um amplo e estruturado laboratório, no desenvolvimento deste momento foi realizada a síntese do biodiesel a partir da reação de transesterificação do óleo de soja com etanol. O experimento foi realizado em duas tardes e a turma foi dividida em três grupos de quatro e dois grupos de três alunos. Todos os estudantes receberam óculos de segurança e o roteiro da atividade experimental (apêndice D), o qual continha informações sobre os reagentes e o procedimento utilizado.

Ao final da realização do experimento, os alunos também assistiram ao vídeo “Aí tem Química! Combustíveis Renováveis – Biodiesel” e responderam o segundo questionário diagnóstico. Um total de 14 questionários foi analisado nessa escola.

No Colégio Estadual Minas Gerais as atividades foram realizadas durante o turno de aula dos alunos, nos dois últimos tempos, enquanto que no Colégio Estadual Poeta Mário Quintana, as atividades foram realizadas em contra turno em duas tardes consecutivas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro momento pedagógico (Problematização inicial), foi proposto aos alunos das duas escolas questionamentos sobre o ensino de química e questões específicas sobre fontes alternativas de energia. Os resultados desse primeiro questionário estão apresentados nos gráficos a seguir.

A partir da análise dos Gráficos **1a** e **1b**, observa-se que a maioria dos estudantes, 81% no CEMG e 73% no CEMQ, afirma que gosta da disciplina de Química, deixando evidente que o ensino está sendo adequado no sentido de ser significativo para o aluno. Em contrapartida, alguns alunos disseram não gostar da disciplina, o que indica falta de percepção da importância e emprego da química no seu dia-a-dia.

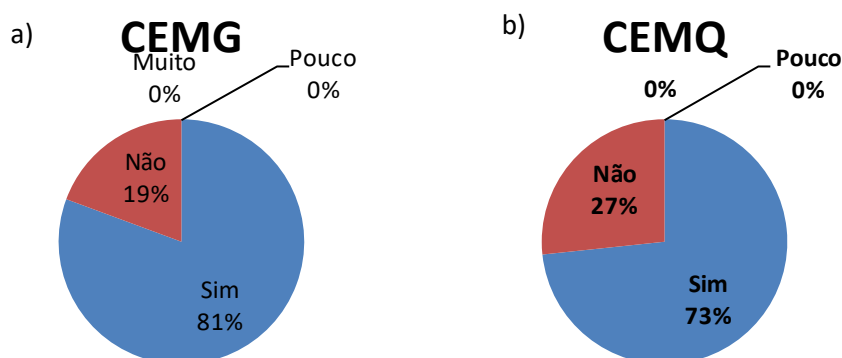


Gráfico 1. Percentual dos alunos sobre gostar da disciplina Química: **a)** No Colégio Estadual Minas Gerais (CEMG); **b)** No Colégio Estadual Poeta Mario Quintana (CEMQ).

Diante das respostas apresentadas pelos alunos das duas escolas com relação à facilidade ou dificuldade da disciplina de Química (Gráficos **2a** e **2b**), nota-se que a Química é uma disciplina que ainda é vista pela maior parte dos educandos, como algo muito difícil, muito distante de nossas vidas e sem relevância. Isso torna difícil a assimilação da Química pelos estudantes, devido ao fato de como os professores trabalham suas aulas, podendo, ocasionar uma grande falta de interesse pela disciplina.

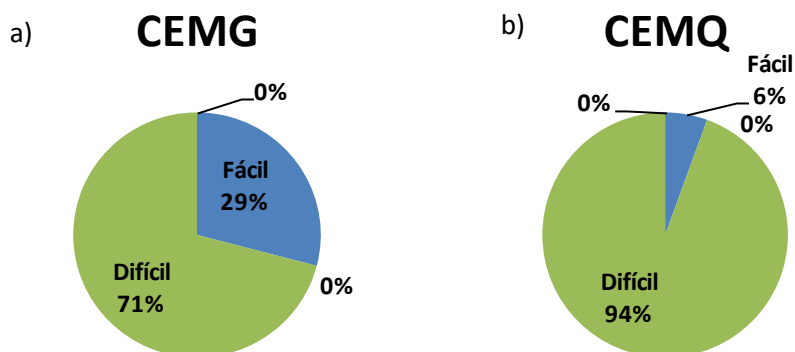


Gráfico 2. Percentual dos alunos a respeito da facilidade ou dificuldade da disciplina de Química: **a)** CEMG; **b)** CEMQ.

Analisando as respostas dos alunos sobre a importância de estudar Química (Gráficos 3a e 3b), percebe-se que nas duas escolas, a maioria dos estudantes acha importante estudar Química, por estar presente no nosso cotidiano, proporcionando uma melhor compreensão do mundo. Entretanto, de acordo com o gráfico, alguns alunos consideram a disciplina desinteressante e sem importância, o que nos remete a refletir que a forma como os conteúdos são apresentados não favorecem a conexão entre o que é ensinado e o que é vivenciado cotidianamente pelos sujeitos.

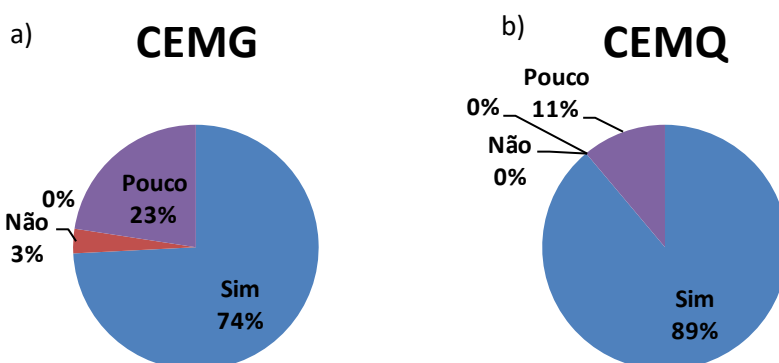


Gráfico 3. Percentual dos alunos sobre a importância de estudar Química: **a)** CEMG; **b)** CEMQ.

Em ambas as escolas foram observadas porcentagens aproximadas de pouca dificuldade em relação ao entendimento da disciplina Química, 55% para

o CEMG e 61% para o CEMQ (Gráficos 4a e 4b). Esse resultado pode ser atribuído a uma metodologia adequada e a busca por novas formas de tornar a aprendizagem do aluno mais significativa. Porém, não se pode desconsiderar que uma parcela importante dos alunos apresenta muita dificuldade em entender Química.

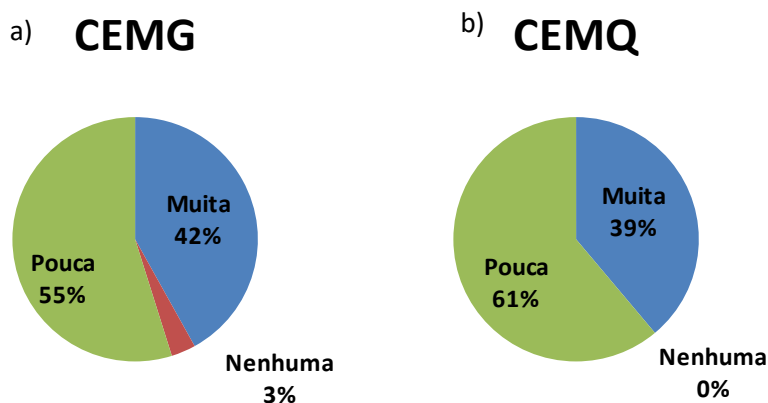


Gráfico 4. Percentual dos alunos sobre a dificuldade em entender Química: **a)** CEMG; **b)** CEMQ.

A maioria dos alunos das duas escolas, 68% para o CEMG e 89% para o CEMQ raramente conseguem relacionar os conteúdos de química com os acontecimentos do dia-a-dia (Gráficos 5a e 5b). Este dado não condiz com o resultado obtido na questão 3, percebendo assim, que os estudantes não entendem que o conhecimento químico está presente em suas atividades diárias e, como esta pode ajudar na resolução de problemas simples do cotidiano.

Santos e Schenetzler (2010) compõem uma reflexão muito significativa acerca da importância do estudo de Química, transmitindo que a “presença da Química no dia-a-dia das pessoas é mais do que suficiente para justificar a necessidade de o cidadão ser informado sobre ela”.

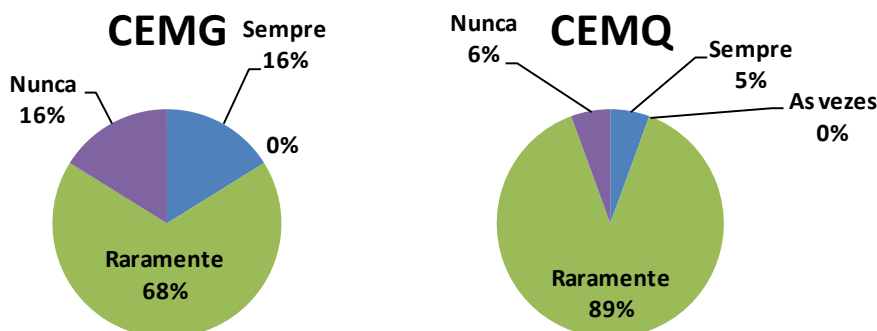


Gráfico 5. Percentual dos alunos que conseguem relacionar os conteúdos de Química com os acontecimentos do dia-a-dia: **a)** CEMG; **b)** CEMQ.

Ao iniciar as questões relacionadas a fontes alternativas de energia, verifica-se que ambas as escolas apresentam um correto entendimento sobre a definição de combustíveis fósseis (Gráficos 6a e 6b). Sendo assim é possível perceber que os alunos possuem conhecimentos prévios a respeito da temática abordada, conhecimentos que podem ter sido adquiridos em espaços não formais.

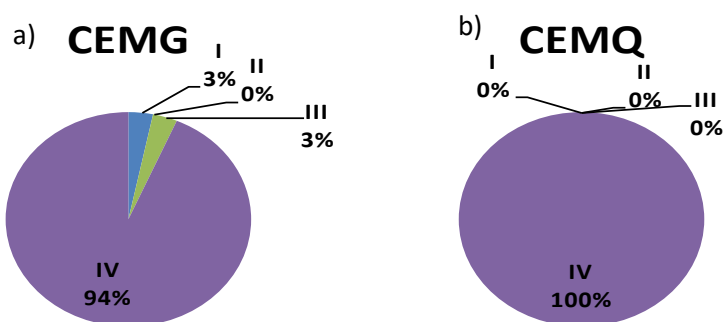


Gráfico 6. Percentual sobre o que os alunos entendem por combustível fóssil (*I. Combustível de fácil obtenção; II. Combustível de rápida formação; III. Combustível renovável; e IV. Combustível da decomposição de plantas e animais há milhares de anos*): **a)** CEMG; **b)** CEMQ.

A partir dos Gráficos 7a e 7b, nota-se que a maior parte dos alunos em ambas as escolas possui conhecimento sobre a existência do biodiesel, por se tratar de um tema atual e que está amplamente em debate na mídia. O fato dos

alunos possuírem um entendimento prévio sobre o biocombustível facilitou o emprego da temática biodiesel na proposta desenvolvida com os alunos.

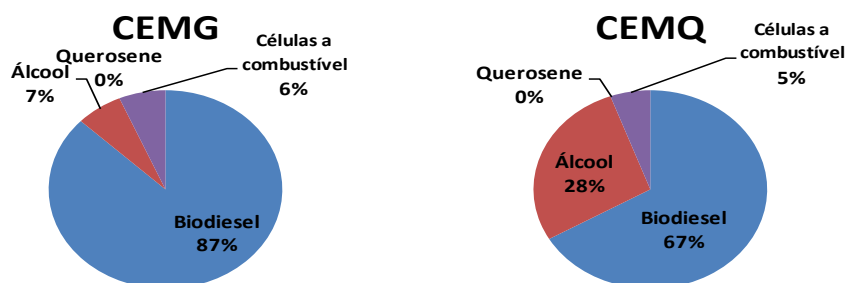


Gráfico 7. Percentual sobre fontes alternativas que os alunos conhecem com potencial para substituir o petróleo: **a) CEMG; b) CEMQ.**

De acordo com a opinião dos alunos, é possível notar que no CEMG grande parte dos estudantes sabe qual é o processo de obtenção do biocombustível, o que pode ser atribuído a grande divulgação do tema pela mídia e ao programa de incentivo ao biodiesel lançado pelo Governo Federal. Entretanto, observa-se que no CEMQ os alunos possuem pouco conhecimento sobre o processo de obtenção. Essas dificuldades serão sanadas durante a apresentação dos slides. Os Gráficos **8a** e **8b** apresentam os percentuais observados em cada escola.

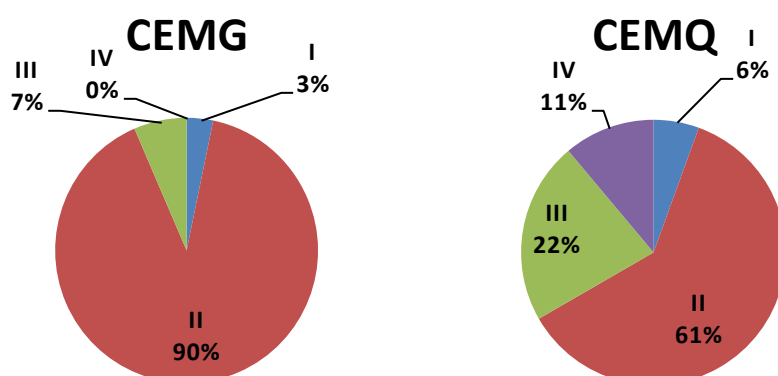


Gráfico 8. Percentual dos alunos sobre o biocombustível ser uma fonte energética resultante do processo de: I. Aquecimento de placas de material

semicondutor; II. Processamento de derivados de produtos agrícolas como a cana de açúcar, soja, mamona, entre outras fontes; III. Depósitos fósseis em grandes profundidades; e IV. Movimento dos ventos captados por pás de turbinas ligadas a geradores: **a) CEMG; b) CEMQ.**

Com relação ao entendimento dos alunos por energia renovável, nota-se uma diferença de opiniões entre eles quando se comparam as duas escolas. O percentual de 65% dos alunos do CEMG não sabem definir o conceito de fonte renovável, enquanto no CEMQ observa-se que a turma está dividida e confusa, pois 50% conseguem definir corretamente enquanto os outros 50% não sabem sobre energia renovável. As respostas apresentadas foram inesperadas, pois com o aumento do consumo de energia no mundo e o esgotamento do petróleo, muito se tem discutido sobre novas fontes de energia alternativas menos poluentes e mais limpas. Os resultados estão apresentados nos Gráficos **9a** e **9b**.

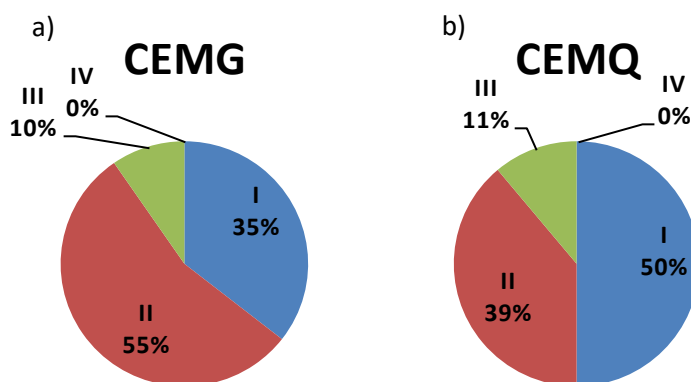


Gráfico 9. Percentual dos alunos sobre o que eles entendem por energia renovável (*I. São fontes de energia que não derivam dos combustíveis fósseis, contribuindo para a diminuição dos impactos ambientais; II. São fontes de energia que provém da energia solar acumulada por meio de processos que envolvem decomposição da matéria orgânica; III. São fontes de energia que derivam dos combustíveis fósseis, contribuindo para a diminuição dos impactos ambientais; e IV. São fontes de energia poluidora, colaborando com níveis altos de gases do efeito estufa*): **a) CEMG; b) CEMQ.**

É evidente que a maior parte dos alunos nas duas escolas, 90% no CEMG e 72% no CEMQ, possuem uma conscientização ambiental sobre o descarte do óleo residual e também apresentam um conhecimento prévio de que o óleo de cozinha usado é uma matéria-prima para a produção de biodiesel. Os Gráficos 10a e 10b apresentam a distribuição percentual das respostas em cada escola.

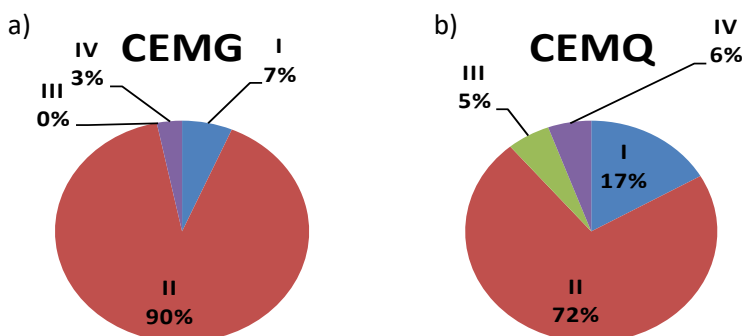


Gráfico 10. Percentual dos alunos sobre o que deve ser feito para resolver o problema do óleo descartado inadequadamente (*I. Utilizar o óleo para a produção de biocombustíveis, como o etanol; II. Coletar o óleo devidamente e transportá-lo a empresas de produção de biodiesel; III. Utilizar o óleo como alimento para peixes, uma vez que preserva seu valor nutritivo após o descarte; e IV. Descartar óleo diretamente em ralos, pias e bueiros, sem tratamento prévio com agentes dispersantes*): **a) CEMG; b) CEMQ.**

No desenvolvimento do segundo momento pedagógico, foram exibidos os slides de forma dialógica onde foram apresentados os conceitos científicos e sociais e conteúdos de química orgânica com a intenção de fazer com que os alunos adquirissem novos conhecimentos e compreendessem que a química faz parte do nosso cotidiano.

No Colégio Estadual Minas Gerais os alunos prestaram bastante atenção durante a apresentação dos slides e fizeram perguntas, enquanto que no Colégio Estadual Poeta Mário Quintana foi possível observar uma grande participação dos alunos, bastante comunicativos e respondendo aos questionamentos propostos.

Foi muito satisfatório ver que os alunos sabiam sobre temas atuais, como, a diferença entre energia renovável e não renovável, os tipos de

combustíveis e petróleo. Em relação aos assuntos de química orgânica, foi possível perceber que os alunos sabiam as funções orgânicas e suas nomenclaturas, pois como a proposta foi realizada durante o 3º bimestre eles já tinham recebido este conteúdo. Porém, ao avançar com o conteúdo na parte de reações de transesterificação e esterificação, notou-se que eles já não estavam mais respondendo, mas estavam muito atentos e dispostos a aprender.

Houve uma significativa interação entre a licencianda e os alunos, o que nos remete as seguintes ideias:

“Para o educador-educando, dialógico, problematizador, o conteúdo programático da educação não é uma doação ou uma imposição, um conjunto de ideias a ser depositado nos educandos, mas a devolução organizada, sistematizada e acrescentada ao povo daqueles elementos que este lhe entregou de forma desestruturada.” FREIRE (2005):

Na realização do terceiro momento pedagógico foram elaboradas diferentes atividades para as escolas. No Colégio Estadual Minas Gerais, colégio que não possui laboratório, os alunos assistiram aos vídeos “Óleo de cozinha usado vira biodiesel em São Paulo” e “Aí tem química – Combustíveis Renováveis - Biodiesel”. A Figura 11 mostra registros fotográficos desse momento.



Figura 11. Alunos do Colégio Estadual Minas Gerais durante a realização do terceiro momento pedagógico.

Os dois vídeos exibidos foram escolhidos por apresentarem aspectos gerais relacionados ao biodiesel e sua produção. Diversos conceitos foram abordados, permitindo que os alunos fizessem uma conexão entre o novo conhecimento adquirido e o conhecimento prévio já existente, ligando as ideias de forma que houvesse um entendimento deste conteúdo.

Após a exibição dos vídeos, algumas perguntas foram levantadas pelos alunos. Eles perguntaram, por exemplo, se é fácil produzir biodiesel e por que o petróleo está acabando. A partir desses questionamentos pode-se perceber um grande interesse por parte dos alunos.

No Colégio Estadual Poeta Mário Quintana, a metodologia utilizada foi diferente. Pelo fato da escola possuir laboratório, então os alunos sintetizaram o biodiesel de soja e depois assistiram ao vídeo “Aí tem química – Combustíveis Renováveis - Biodiesel”.

A prática ocorreu em contra turno por duas tardes consecutivas. No primeiro dia foi realizada a reação de transesterificação, na presença de 18 alunos, no horário de 13 às 17 horas e no segundo dia foi feita a lavagem do biodiesel e o teste de combustão, compareceram 14 alunos, no horário de 13 às 15:30 horas.

O papel da experimentação no ensino de ciências é importante para a compreensão e construção do conhecimento científico, pois é a partir do

momento em que se realiza o experimento que ocorre a motivação e o interesse, dando mais significado ao que se está estudando.

Para Krasilchik (2008), as aulas práticas são as mais apropriadas, pois estas apresentam como funções: envolver os estudantes em iniciações científicas, despertar e manter o interesse dos alunos, facilitar a compreensão de conceitos básicos, desenvolver habilidades e capacidade de resolver problemas. No decorrer das aulas práticas, os alunos têm a possibilidade de contato com as vidrarias, montagens de instrumentos específicos que normalmente não têm quando encontram-se em sala de aula.

A atividade experimental proporcionou aos estudantes a oportunidade de realizar, registrar, observar, discutir com os colegas as explicações anteriormente feitas sobre a temática biodiesel com o objetivo de fazer com que esse novo conhecimento adquirido tenha significado e o conhecimento prévio fique mais elaborado.

Foi possível perceber que durante a realização do experimento, houve uma grande interação aluno-aluno, eles se mostraram bastante interessados e participativos na realização das tarefas.

Os grupos foram divididos e cada integrante do grupo ficou responsável por realizar uma tarefa, com o objetivo de fazer com que todos participassem do experimento. O ideal seria que todos pudessem realizar todas as tarefas.

Antes de começar o experimento conversou-se com os alunos sobre segurança no laboratório, a necessidade de utilizar óculos de segurança, manter os cabelos presos e atenção nas tarefas que serão realizadas.

Na primeira etapa alguns alunos mediram o volume de óleo na proveta, ao mesmo tempo em que outros mediam o volume de etanol e outros pesavam o NaOH. O óleo foi colocado em um balão de fundo redondo e aquecido, enquanto os demais preparavam a solução de etóxido de sódio. Nesse momento, foi explicado para a turma que o que eles estavam preparando era o catalisador. Foi perguntado se eles sabiam o que era catalisador e alguns responderam que era para acelerar a reação. A Figura 12 mostra registros fotográficos da realização da primeira etapa.



Figura 12. Realização da primeira etapa do experimento.

Quando o óleo atingiu a temperatura de 60°C , a solução de etóxido de sódio recém preparada foi adicionada ao óleo e a mistura reacional foi mantida sob agitação magnética constante por 2 horas. Nesse período surgiram alguns questionamentos como: Por que era necessário agitar e aquecer? E por que era necessário aguardar 2 horas? Então foi exposto para os alunos que a temperatura era necessária para que a reação ocorresse e o tempo era necessário para que todo o óleo vegetal ali presente se convertesse em biodiesel. A Figura 13 mostra registros fotográficos do período da reação.

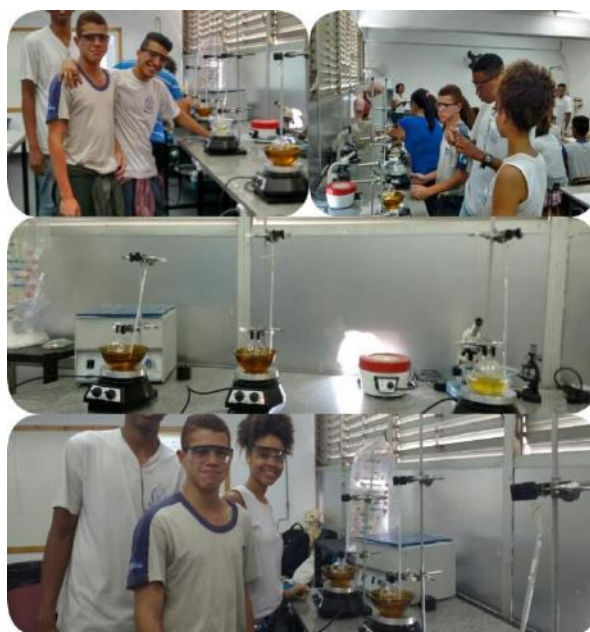


Figura 13. Durante a reação de transesterificação do óleo de soja com etanol.

Foram aproveitadas essas 2 horas de reação para apresentar aos alunos, através do data show, conceitos como: energia renovável, petróleo, combustíveis, conceito de biodiesel e sua forma de obtenção, problemas ambientais e os tópicos de química relacionados a obtenção do biodiesel, como: funções orgânicas, nomenclatura de funções, classificação das cadeias carbônicas, reação de esterificação e transesterificação, separação de mistura, densidade e diferença entre óleo e gordura. A Figura 14 mostra momentos da aula teórica.



Figura 14: Apresentação da aula utilizando data show.

Ao terminar o tempo de reação, a mistura reacional foi transferida para o funil de separação e deixada em repouso por 24 horas. Nesse momento foi explicado para os alunos que iria ocorrer uma separação de fases e que no outro dia seria feito o processo de lavagem. Foi proposto aos estudantes que eles pesquisassem sobre polaridade e densidade, pois esses conceitos seriam discutidos durante o processo de lavagem. A Figura 15 mostra o aparato experimental montado pelos cinco grupos de alunos.



Figura 15. Separação das fases do biodiesel e glicerina após a reação de transesterificação.

No segundo dia foi realizado o procedimento de lavagem e o teste de combustão do biodiesel. Porém, alguns alunos não compareceram e então os grupos tiveram que ser reorganizados.

Todas as soluções que seriam utilizadas durante a lavagem já estavam preparadas. Então cada integrante do grupo ficou responsável por medir na proveta o volume necessário das soluções prontas e da água destilada.

Ao iniciar o procedimento de lavagem do biodiesel foi discutido com os alunos conceitos de polaridade e densidade, foi explicado por qual motivo tínhamos que lavar com solução de HCl, depois com solução de NaCl e por último com água. Nesse momento aproveitou-se para relembrar conceitos de acidez e basicidade. Foi explicado também que as fases são visualizadas devido a diferença de polaridade dos componentes da mistura, fazendo uma alusão com a água e óleo que não se misturam. A Figura 16 ilustra momentos da etapa de lavagem do biodiesel.



Figura 16. Procedimento de lavagem do biodiesel.

Após a lavagem, o biodiesel foi transferido para um béquer e foi adicionado sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4). A mistura foi filtrada em um funil com auxílio de algodão diretamente para um Erlenmeyer. Nessa etapa foi explicado para os alunos que o Na_2SO_4 é um agente dessecante capaz de absorver a água restante que ficou no biodiesel durante o processo de lavagem. A Figura 17 mostra o biodiesel preparado pelos alunos.



Figura 17. Biodiesel de soja preparado pelos alunos.

O teste de combustão foi realizado com o biodiesel preparado por cada grupo. Com isso os alunos observaram que o biodiesel apresentou uma reação de combustão rápida, com uma chama amarelada, intensa e com um longo tempo de duração, diferentemente do observado para o óleo de soja, que não ocorreu à reação de combustão sendo, praticamente, um líquido não inflamável. A Figura 18 mostra momentos da realização do teste. E a Figura 19 reúne os alunos que participaram da aula no Colégio Estadual Poeta Mario Quintana.



Figura 18. Realização do teste de combustão.



Figura 19. Finalização da aula temática no Colégio Estadual Poeta Mario Quintana.

Ao término da aula, os alunos das duas escolas responderam ao questionário diagnóstico com o objetivo de avaliar se as atividades desenvolvidas foram válidas e se eles conseguiram compreender os conceitos de química orgânica. Os resultados do questionário estão apresentados nos gráficos a seguir.

Analisando o Gráfico 11, pode-se observar que em ambas as escolas, ao utilizar a temática biodiesel, a disciplina de química tornou-se mais fácil, demonstrando assim, que envolvendo a participação dos alunos e problematizando as situações do cotidiano o ensino de química torna-se mais descomplicado.

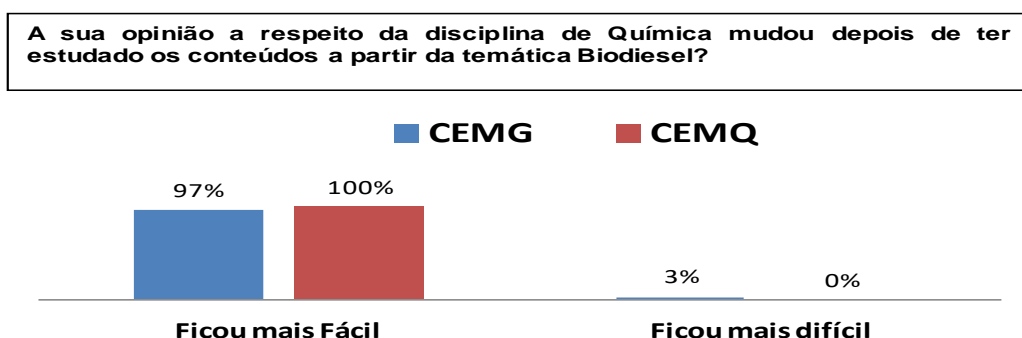


Gráfico 11: Percentual sobre a opinião dos alunos a respeito da disciplina depois da aula.

A partir do Gráfico 12, pode-se observar que nas duas escolas a maior parte dos alunos possui algum conhecimento prévio sobre biodiesel. Por ser um tema atual, informações sobre este assunto são divulgadas constantemente em todos os meios de comunicação.

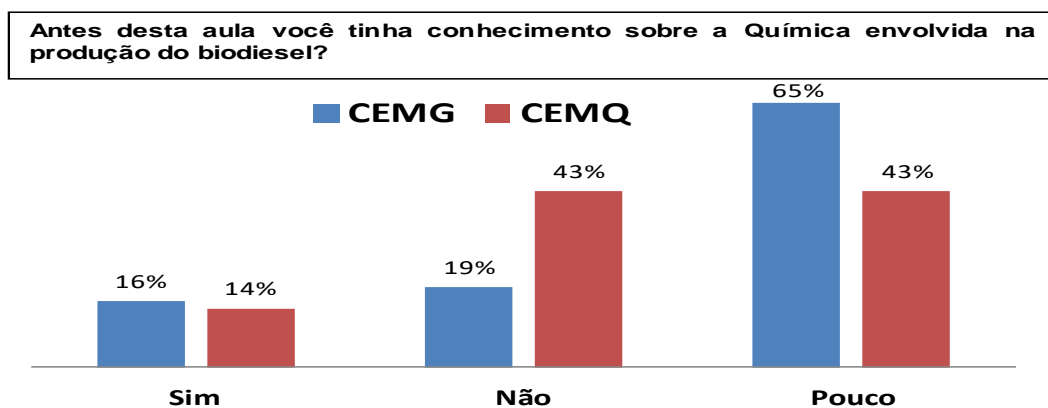


Gráfico 12: Percentual dos alunos sobre a Química envolvida na produção do biodiesel antes da aula.

Ao perguntar se os alunos sentiram dificuldade em entender química, ao estudar a química do biodiesel, foram obtidas respostas diferentes entre as escolas (Gráfico 13). No CEMG 42%, contra 71% no CEMQ, dos alunos afirmaram que não sentiram dificuldade. Essa divergência entre as respostas pode ser explicada pelo fato de que os estudantes do CEMG tiveram apenas aulas teóricas enquanto os alunos do CEMQ além de assistirem as aulas teóricas também tiveram a oportunidade de produzirem o biodiesel. Com isso, pode-se concluir que a realização de experimentos auxilia a aproximação da química vista em sala de aula do cotidiano dos alunos, tornando a aula mais atraente.

Você sentiu dificuldade em entender Química, ao estudar a Química do Biodiesel?

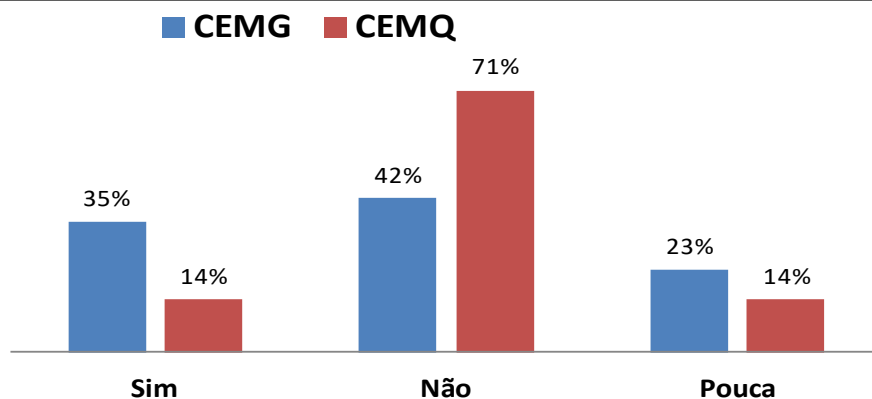


Gráfico 13. Percentual dos alunos que sentiram alguma dificuldade ao estudar a Química do Biodiesel.

Através do Gráfico 14, pode-se observar que a partir da aula temática, o interesse pela disciplina de Química aumentou nas duas escolas. No CEMG o percentual foi de 77% e no CEMQ de 86%. Com isso, pode-se sugerir que, quando os conteúdos estudados em sala de aula apresentam uma relação com os acontecimentos do dia-a-dia dos educandos, eles passam a ser mais relevantes, promovendo sua curiosidade e tornando a aula mais prazerosa.

A partir da aula temática seu interesse pela disciplina de Química aumentou?

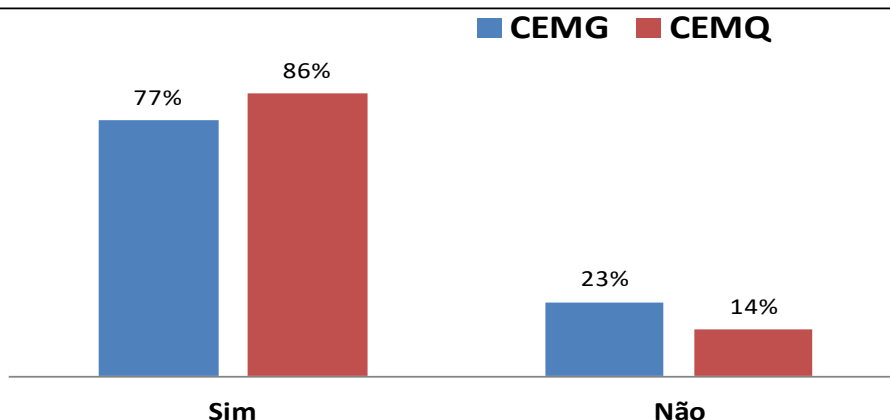


Gráfico 14. Percentual dos alunos sobre o interesse pela disciplina depois da aula temática.

É possível notar que após a aula a maior parte dos alunos disse conseguir relacionar os conteúdos aprendidos durante a aula temática com os acontecimentos do dia-a-dia (Gráfico 15). Esse resultado torna claro que foi possível construir uma metodologia baseada na contextualização, contribuindo tanto para o ensino de química orgânica quanto para ampliar os conhecimentos sobre as questões atuais relacionados ao cotidiano dos alunos.

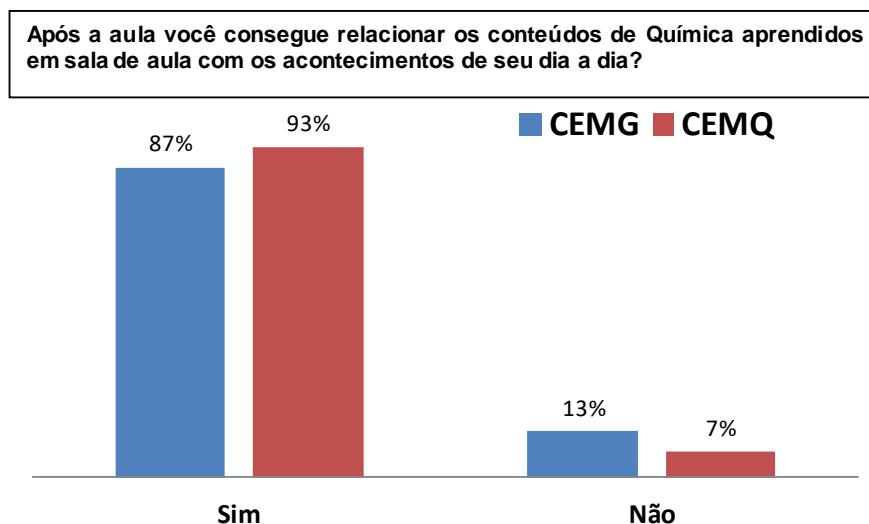


Gráfico 15. Percentual dos alunos que após a aula consegue relacionar a Química com os acontecimentos do dia a dia.

Diante das respostas apresentadas pelos alunos no Gráfico 16, pode-se perceber que eles tiveram seu conhecimento aumentado acerca da produção de biodiesel. Porém, ao analisar o gráfico observa-se que os alunos do CEMQ se saíram um pouco melhor em relação aos alunos do CEMG. Esse caso pode ser explicado pelo fato dos alunos terem produzido o biodiesel, auxiliando assim em uma maior compreensão do tema abordado, pois durante a realização do experimento foram feitas diversas observações e troca de ideias e conceitos foram debatidos.

Em relação à produção do biodiesel, pode-se afirmar:

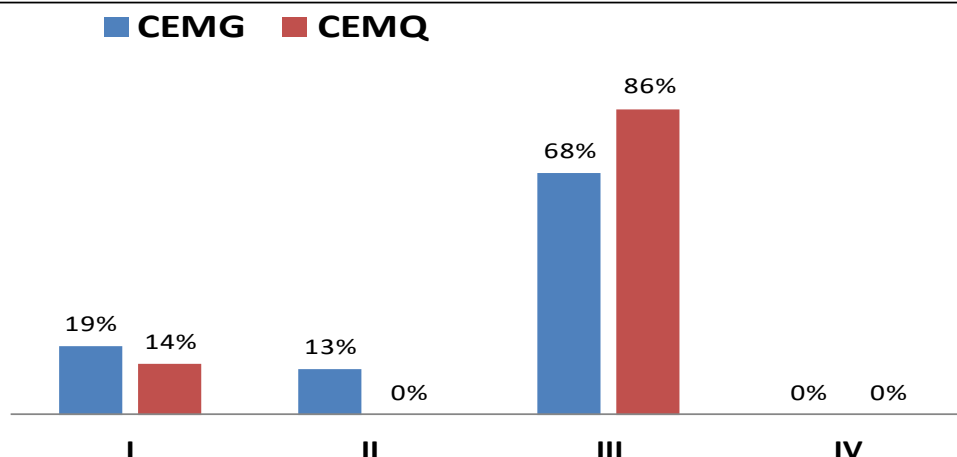


Gráfico 16. Percentual de afirmação dos alunos sobre a produção do biodiesel:

I. Os principais produtos obtidos na reação para produção do biodiesel são ácidos graxos; II. A reação para obtenção do biodiesel é chamada de saponificação; III. A reação para produção de biodiesel é chamada de transesterificação; e IV. Somente o óleo de mamona pode ser utilizado na produção de biodiesel.

Em ambas as escolas, os alunos afirmaram que o conhecimento em combustível fóssil e renovável aumentou. O percentual foi de 74% para os alunos do CEMG e 86% para os alunos do CEMQ. Dessa forma, pode-se constatar que as atividades desenvolvidas com os estudantes colaboraram tanto para a construção do conteúdo de química quanto para os assuntos pertinentes ao cotidiano, visando uma aprendizagem significativa e mais próxima da realidade dos alunos. Uma pequena porcentagem de alunos nas duas instituições afirma que o conhecimento por combustível fóssil e renovável continua o mesmo, isso, pode ser atribuído ao fato de já possuírem um conhecimento relevante sobre esse assunto.

Após a aula seu conhecimento por combustível fóssil e renovável?

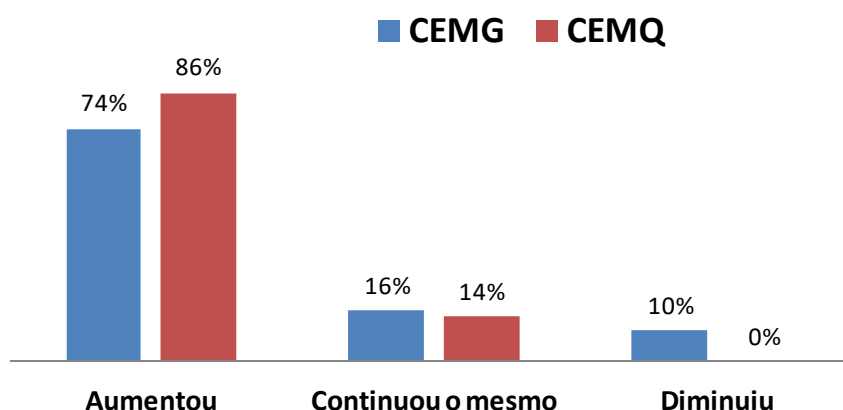


Gráfico 17. Percentual de respostas dos alunos sobre o conhecimento por combustível fóssil e renovável.

Um alto percentual de alunos indicou corretamente a matéria prima usada para produção de biodiesel e os valores foram muito próximos em ambas as instituições (Gráfico 18). Isso deixa evidente que as atividades desenvolvidas possibilitaram aos alunos a reconstruir e aprimorar o seu conhecimento, podendo utilizá-los fora do ambiente escolar e preparando-os para a vida em sociedade.

Quais são as matérias primas utilizada na produção de Biodiesel?

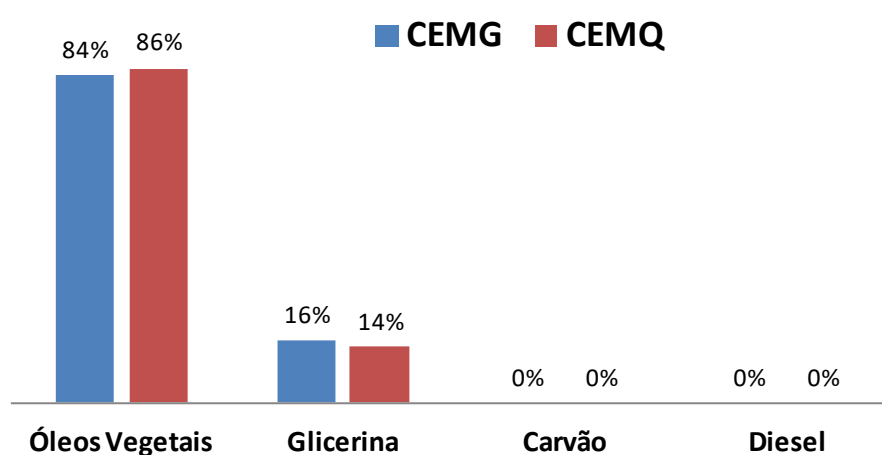


Gráfico 18. Percentual de respostas dos alunos sobre as matérias primas utilizadas na produção de biodiesel.

A maior parte dos alunos nas duas instituições afirmou que o biodiesel é uma alternativa aos combustíveis derivados do petróleo. Isso indica que a metodologia utilizada foi adequada, desenvolvendo condições necessárias para que os alunos conseguissem aplicar os conceitos aprendidos e relacionar os conhecimentos químicos de combustíveis com os acontecimentos do seu dia-a-dia através das competências e habilidades que foram adquiridas durante a aula temática. Os percentuais estão mostrados no Gráfico 19.

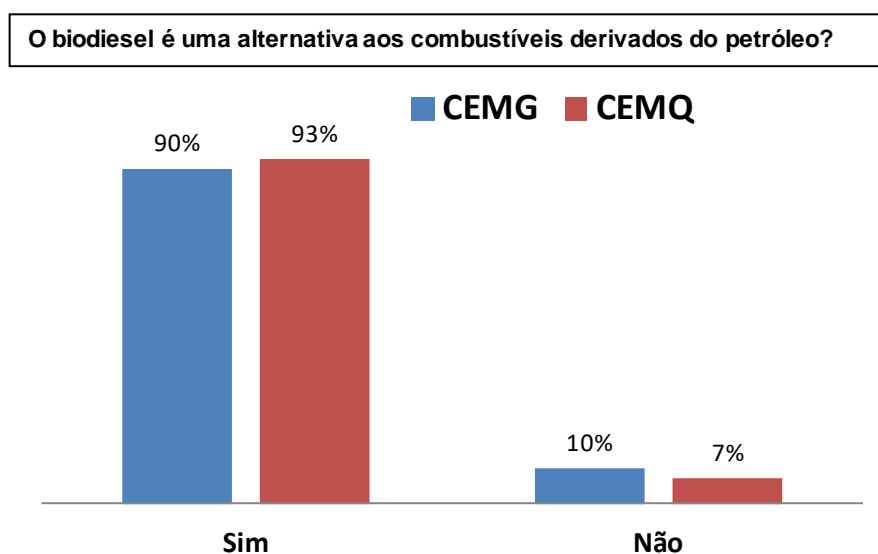


Gráfico 19. Percentual de afirmação dos alunos sobre o biodiesel ser uma alternativa aos combustíveis derivados do petróleo.

Por fim, verificou-se que mais da metade dos alunos de ambas as instituições conseguiram acertar a função orgânica dos constituintes do biodiesel. Porém, analisando as respostas dos alunos do CEMG percebe-se que eles ficaram confusos em relação às funções. Talvez esse resultado tenha sido motivado pelo fato do colégio ter passado por uma greve. Com isso houve atraso na matéria e os alunos haviam começado a estudar química orgânica alguns dias antes da apresentação da aula temática. Isso então dificultou o entendimento do assunto por esses alunos.

Os compostos que constituem o biodiesel pertencem à função?

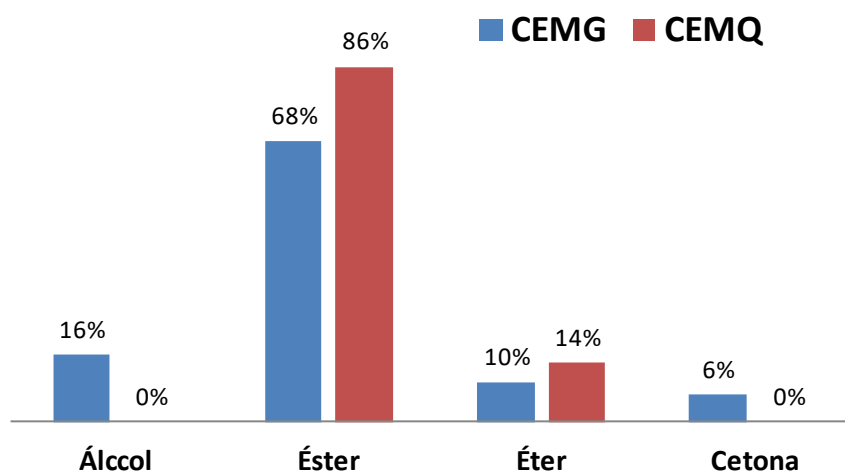


Gráfico 20. Percentual de respostas dos alunos sobre qual a função orgânica dos constituintes do biodiesel.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho propôs o desenvolvimento de uma metodologia baseada na temática Biodiesel, com o objetivo de substituir o modelo de ensino tradicional por um modelo centrado no contexto social em que o aluno está inserido, fazendo com que os alunos compreendam que a Química está presente no nosso cotidiano.

No primeiro momento pedagógico, em ambas as turmas, foi aplicado o questionário e pode-se observar que os alunos das duas escolas gostam da disciplina, acham importante estudá-la, porém acham difícil e apresentam dificuldade em entender e relacionar os conteúdos apreendidos com o dia a dia.

No segundo momento, durante o desenvolvimento da aula teórica, foi possível concluir que os alunos das duas instituições foram bastante participativos, respondendo as perguntas e demonstrando interesse pela temática proposta. Foi possível perceber que os alunos tinham conhecimento sobre funções orgânicas e nomenclatura, porém apresentaram dificuldades em entender a reação de transesterificação, porque eles ainda estavam aprendendo o começo de química orgânica.

No terceiro momento, foi observado que os alunos do CEMQ ficaram bem animados, interessados e participativos durante a realização do experimento. No CEMG após a exibição dos vídeos surgiram alguns questionamentos e a partir desses questionamentos foi possível perceber que houve uma aprendizagem significativa.

A partir da análise do questionário final, percebeu-se que em ambas as instituições a metodologia aplicada foi válida, pois nas duas escolas os alunos disseram que a disciplina tornou-se mais fácil, que o interesse pela disciplina aumentou e que após a aula conseguem relacionar o conteúdo estudado com os acontecimentos do dia a dia. Dessa forma, nota-se que a metodologia contribuiu tanto para o ensino de química orgânica, quanto para as questões atuais.

Pode-se concluir que a aula prática foi fundamental para complementar o que foi discutido durante a aula teórica, pois observando as respostas dos alunos no questionário final, verificou-se que os alunos do CEMQ obtiveram uma melhor compreensão do tema do que os alunos do CEMG.

Por meio dos resultados apresentados, conclui-se que a metodologia foi adequada e contribuiu para que novos saberes sobre biocombustíveis fossem construídos de forma considerável, podendo assim entender o porquê de estudar Química. Além dos conhecimentos químicos, essa metodologia promoveu uma consciência ambiental nos alunos, tornando-os cidadãos críticos e ativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRONEGÓCIOS e tecnologias. **Gazeta Mercantil**, 24 maio 2006, p. A-3.

ANP, **Petróleo e Derivados**. Disponível em
<<http://www.anp.gov.br/?pg=46827&m=&t1>>

BRASIL. Ministério da Educação, **PCN⁺ Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, 2002.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2008/2017** / Ministério de Minas e Energia; colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia /** Ministério de Minas e Energia; colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME: EPE, 2007.

BRITO, R.L. **A Educação para Cidadania no Ensino de Química**. São Luis, 2008. Monografia (Graduação em Licenciatura) Curso de Licenciatura Plena em Química, Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão. 76 p.

CHASSOT, Atico. **Para que (m) é útil o ensino: Alternativas para um ensino (de Química) mais crítico**. Belo Horizonte: Ed. da ULBRA, 1995.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1991.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanço Energético Nacional 2012: ano base 2011**. Rio de Janeiro: EPE, 2012. Relatório Final. Disponível em:
<https://ben.epe.gov.br/downloads/BEN2012_Versao_Completa.pdf>.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanço Energético Nacional 2006: ano base 2005**. Rio de Janeiro: EPE, 2006. Relatório Final. Disponível em:
<https://ben.epe.gov.br/downloads/BEN2006_Versao_Completa.pdf>.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanço Energético Nacional 2015: ano base 2014**. Rio de Janeiro: EPE, 2015. Relatório Final. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/BEN2015_Versao_Completa.pdf>.

FREIRE, P. **Ação cultural para a liberdade e outros escritos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 41ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Edusp, 2008.

MARU, M. M.; LUCCHESI, M. M.; LEGNANI, C.; QUIRINO, W. G.; BALBO, A.; ARANHA, I. B.; COSTA, L. T.; VILANI, C.; SENA, L. A.; DAMASCENO, J. C.; CRUZ, T. S.; LIDÍZIO, L. R.; SILVA, R. F.; JORIO, A.; ACHETE, C. A. **Biodiesel compatibility with carbon steel and HDPE parts**. Fuel Processing Technology, v. 90, p. 1175-1182, 2009.

NETO, P. R. C.; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEI, G. F.; RAMOS, L. P. **Produção de biodiesel alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras**. Química Nova, 23(4), p. 531-537, 2000.

OLIVEIRA, F.C.C.; SUAREZ, P.A.Z. e SANTOS, W.L.P. **Biodiesel: possibilidades e desafios**. Química Nova na Escola, n. 8, p. 3-8, 2008.

PRADO, E. A.; ZAN, R. A.; GOLFETTO, D. C.; SCHWADE, V. D. **Biodiesel: um tema para uma aprendizagem efetiva**. Anais do XXXIV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Passo Fundo, RS, p. 9-203 – 9-215, 2006.

PULLEN, J.; SAEED, K. **An overview of biodiesel oxidation stability**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 16, p. 5924-5950, 2012

SANTA MARIA, L.C et al. **Petróleo: um Tema para o Ensino de Química**. Química Nova na Escola, n. 15, p.19-23, 2002.

SANTOS, W. L. P. dos & SCHNETZLER, R.P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 4.ed. Ijuí: Unijuí, 2010.

SILVA, C. L. M. **Obtenção de ésteres etílicos a partir da transesterificação de óleo de andiroba com etanol**. Campinas, 2005. Dissertação (Mestrado em Química), Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade de Campinas. 64p.

SUAREZ, P. A. Z; MENEGHETTI, S. M. P; MENEGHETTI, M. R. **Transformação de triglicerídeos em combustíveis, materiais poliméricos e insumos químicos: algumas aplicações da catálise na oleoquímica.** Química Nova, Vol. 30, p. 667, 2007.

TREVISAN, T. S. ; MARTINS, P. L. O. **A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites.** UNIrevista. Vol. 1, nº 2 : abril, 2006.

VASCONCELOS, T. B.; LIMA, R. M. **Biodiesel: uma possibilidade de interdisciplinaridade na Química e as concepções dos professores de Ensino Médio de Campos dos Goytacazes/RJ, Brasil.** VÉRTICES, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 12, n. 2, p. 113-133, maio/ago. 2010.

WARTHA, E. J.; ALÁRIO, A. F. **Contextualização no ensino de química através do livro didático.** Química nova na escola, São Paulo, n.22, p.42-47, nov/2005.

APÊNDICE A (Questionário 1)

1) Você gosta da disciplina de Química?

☐ Sim. ☐ Não.

2) Qual a sua opinião a respeito da disciplina de Química?

☐ Fácil. ☐ Difícil.

3) Você acha importante estudar Química?

☐ Sim. ☐ Não.

☐ Pouco.

4) Você sente dificuldade em entender Química ?

☐ Muita. ☐ Pouca.

☐ Nenhuma.

5) Você consegue relacionar os conteúdos de Química aprendidos em sala de aula com os acontecimentos de seu dia a dia?

☐ Sempre. ☐ Às vezes.

☐ Raramente. ☐ Nunca.

6) O que você entende por combustível fóssil?

☐ Combustível de fácil obtenção.

☐ Combustível de rápida formação.

☐ Combustível renovável.

☐ Combustível da decomposição de plantas e animais há milhares de anos.

7) Quais as alternativas de fonte de energia que você conhece com potencial para substituir o petróleo?

☐ Biodiesel. ☐ Querosene.

☐ Células a combustível ☐ Álcool.

8) O biocombustível é uma fonte energética resultante do processo de:

☐ Aquecimento de placas de material semicondutor.

☐ Processamento de derivados de

produtos agrícolas como a cana de açúcar, soja, mamona, entre outras fontes.

☐ Depósitos fósseis em grandes profundidades.

☐ Movimento dos ventos captados por pás de turbinas ligadas a geradores.

9) O que você entende por energia renovável?

☐ São fontes de energia que não derivam dos combustíveis fósseis, contribuindo para a diminuição dos impactos ambientais.

☐ São fontes de energia que provém da energia solar acumulada por meio de processos que envolvem decomposição da matéria orgânica.

☐ São fontes de energia que derivam dos combustíveis fósseis, contribuindo para a diminuição dos impactos ambientais.

☐ São fontes de energia poluidora, colaborando com níveis altos de gases do efeito estufa.

10) O destino inadequado do óleo de cozinha traz diversos problemas. O que você acha que deve ser feito para resolver esse problema?

☐ Utilizar o óleo para a produção de biocombustíveis, como o etanol.

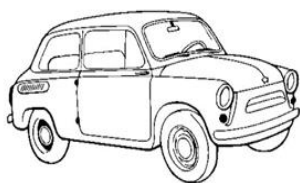
☐ Coletar o óleo devidamente e transportá-lo a empresas de produção de biodiesel.

☐ Utilizar o óleo como alimento para peixes, uma vez que preserva seu valor nutritivo após o descarte.

☐ Descartar óleo diretamente em ralos, pias e bueiros, sem tratamento prévio com agentes dispersantes.

APÊNDICE B (slides utilizados durante a aula teórica)

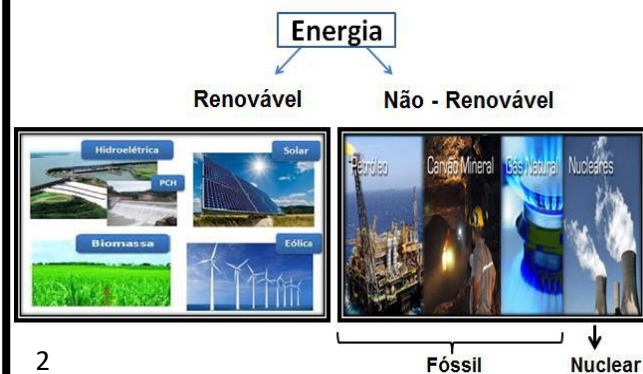
O que é necessário para esse carro funcionar e sair andando?



1

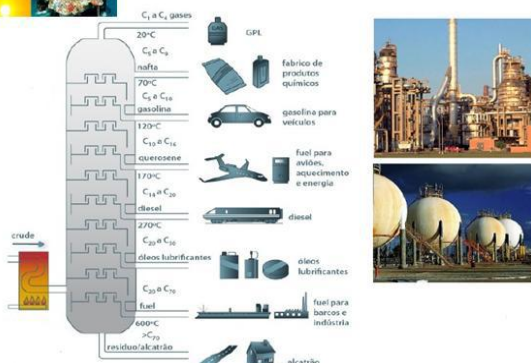
Combustíveis

Inúmeras são as fontes de energia disponíveis, sendo que essas fontes se dividem em dois tipos:



2

Petróleo



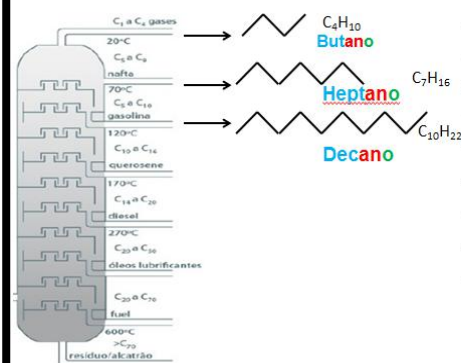
3

Alcanos

Nomenclatura: Prefixo + an + o

Fórmula Geral: C_nH_{2n+2}

n = número de átomos de Carbono



Quantidade de carbono	Prefixo
1	Met
2	Et
3	Prop
4	But
5	Pent
6	Hex
7	Hept
8	Oct
9	Non
10	Dec

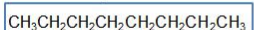
4

Gasolina

Etanol

É um derivado do Petróleo

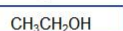
É constituída por uma mistura de Hidrocarbonetos (5 a 10 átomos de carbonos).



Octano

Com a finalidade de baratear uma quantidade de 25% de etanol são adicionados na gasolina.

É um composto orgânico oxigenado produzido através da fermentação da cana-de açúcar.



Etanol

5

Óleo Diesel

É um derivado do Petróleo

É constituído basicamente por Hidrocarbonetos (podendo chegar até 28 átomos de carbonos).

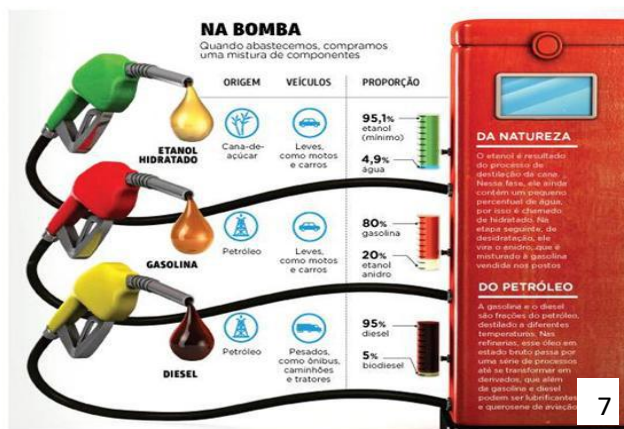


Hexadecano

Atualmente está sendo adicionado ao óleo diesel o Biodiesel, formando uma mistura de 7% de biodiesel (B7) e 93% de diesel.

6

Resumindo



Breve histórico sobre o Biodiesel



Desabastecimento de Petróleo durante a 2ª Guerra Mundial.



Em 1937, descoberta do Processo de Transesterificação, a reação que permite a obtenção do Biodiesel.



A produção e distribuição de petróleo pelo mundo se normalizaram e a produção de biodiesel foi temporariamente abandonada.



A partir da década de 70, com a Crise do Petróleo, o biodiesel retorna à cena sendo uma alternativa de combustível.

8

O que é Biodiesel?

- É um substituto natural do diesel de petróleo, que pode ser produzido a partir de fontes renováveis como óleos vegetais, gorduras animais e óleos utilizados na fritura de alimentos.
- Quimicamente, é definido como um combustível renovável, formado de mono-álquil éster de ácidos graxos, derivados de óleos vegetais ou gordura animal, obtidos por um processo denominado transesterificação.

9

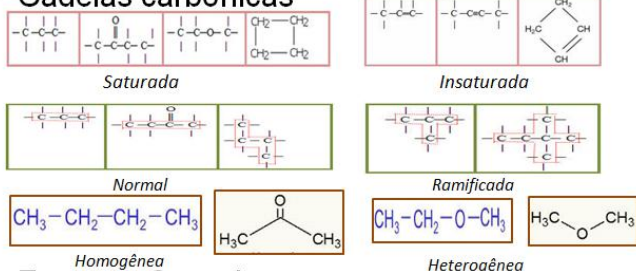


- 1) O que é um mono-álquil éster de ácido graxo de cadeia longa?
- 2) E o que é um ácido graxo?
- 3) De onde vêm os ácidos graxos?
- 4) Como se obtém um mono-álquil éster a partir de um ácido graxo?

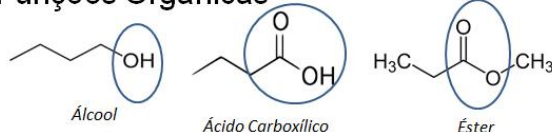
10

Conteúdos de Química Orgânica

• Cadeias carbônicas



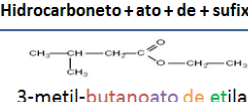
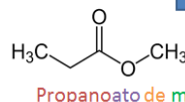
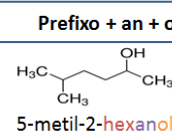
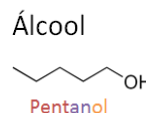
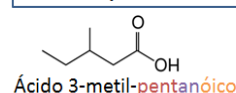
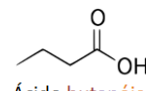
• Funções Orgânicas



11

Nomenclatura das Funções Orgânicas

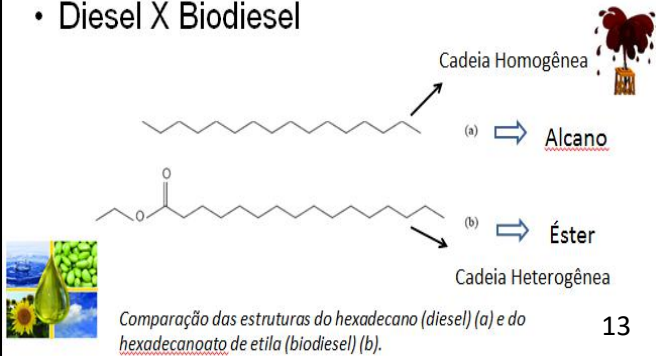
- **Ácido Carboxílico** → **Ácido + prefixo + an + óico**
- **Álcool** → **Prefixo + an + ol**
- **Éster** → **Hidrocarboneto + ato + de + sufixo + ila**



12

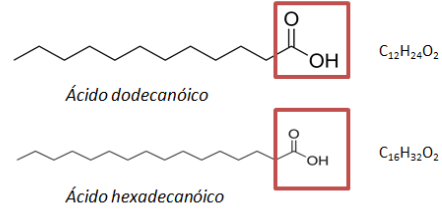
1) O que é um mono alquil éster de ácidos graxos de cadeia longa?

• Diesel X Biodiesel



2) O que é um ácido graxo?

- São ácidos carboxílicos que possuem longas cadeias carbônicas.

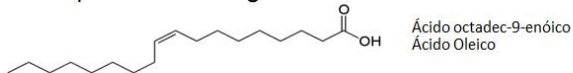


3) De onde vem os ácidos graxos?

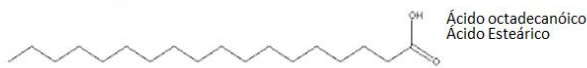
- Os ácidos graxos são provenientes de óleos e gorduras vegetais e animais.

Óleo X Gordura: qual a diferença?

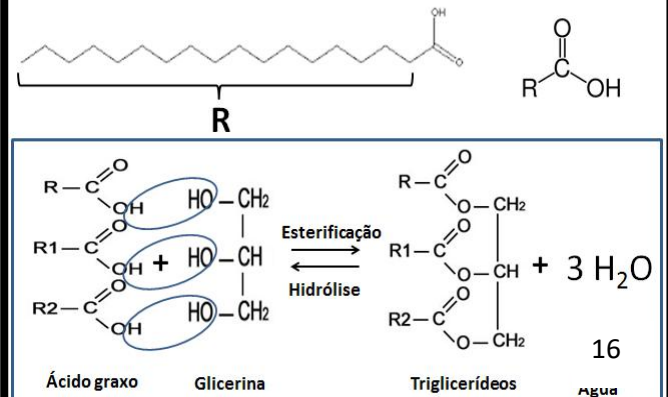
O óleo apresenta ácidos graxos de cadeia insaturada.



A gordura apresenta ácidos graxos de cadeia saturada.



O que são Triglicerídeos?



Distribuição da produção de oleaginosas no Brasil



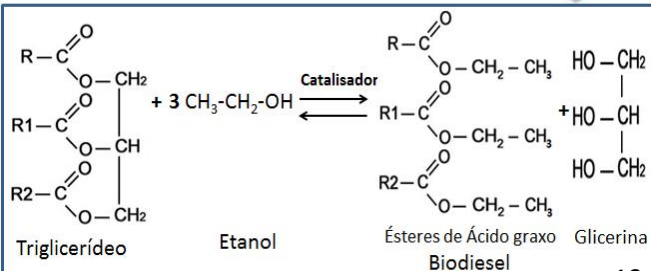
A diversidade de oleaginosas é grande e varia de acordo com as características de cada região.

E quanto ao óleo de fritura: ele pode ser transformado em Biodiesel?



Como se obtém o biodiesel a partir de um ácido graxo?

Reação de Transesterificação



19

Questões ambientais associadas à produção de Biodiesel.



O protocolo de Kyoto, concebido durante a conferência ambiental Eco 92, tentou mobilizar a Comunidade internacional sobre as consequências geradas pela enorme emissão de poluentes.



A utilização do Biodiesel resultará em uma expressiva capacidade de redução da emissão de poluentes e de diversos gases causadores do efeito estufa e da chuva ácida.



Melhor qualidade de vida.

20

APÊNDICE C (Questionário 2)

1) A sua opinião a respeito da disciplina de Química mudou depois de ter estudado os conteúdos a partir da temática Biodiesel ?

☐ Ficou mais fácil

☐ Ficou mais difícil.

2) Antes desta aula você tinha conhecimento sobre a Química envolvida na produção do biodiesel?

☐ Sim. ☐ Não.

☐ Pouco

3) Você sentiu dificuldade em entender Química, ao estudar a Química do Biodiesel?

☐ Sim. ☐ Não.

☐ Pouca.

4) A partir da aula temática seu interesse pela disciplina de Química aumentou?

☐ Sim. ☐ Não.

5) Após a aula você consegue relacionar os conteúdos de Química aprendidos em sala de aula com os acontecimentos de seu dia a dia?

☐ Sim. ☐ Não.

6) Em relação à produção do biodiesel, pode-se afirmar:

☐ A reação para produção de biodiesel é chamada de transesterificação.

☐ Os principais produtos obtidos na reação para produção do biodiesel são ácidos graxos.

☐ A reação para obtenção do biodiesel é chamada de saponificação.

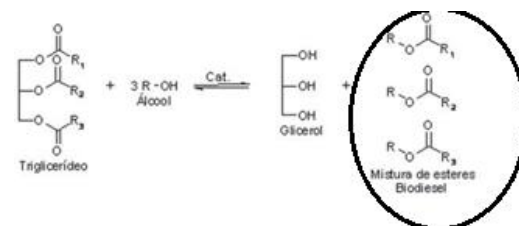
☐ Somente o óleo de mamona pode ser utilizado na produção de biodiesel.

7) Após a aula seu conhecimento por combustível fóssil e renovável?

☐ Aumentou. ☐ Diminui.

☐ Continuou o mesmo.

8) Quais são as matérias primas utilizadas na produção de Biodiesel?



☐ Óleos vegetais. ☐ Carvão.

☐ Glicerina. ☐ Diesel.

9) O biodiesel é uma alternativa aos combustíveis derivados do petróleo?

☐ Sim. ☐ Não.

10) Os compostos que constituem o biodiesel pertencem à função ?

☐ Álcool. ☐ Éter.

☐ Éster. ☐ Cetona

APÊNDICE D

Roteiro da atividade experimental

Síntese do biodiesel de soja

Reagentes

Óleo de Soja;
NaOH (Hidróxido de sódio);
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (Etanol);
Solução de HCl (Ácido Clorídrico) 5%;
Solução saturada de NaCl;
 Na_2SO_4 (Sulfato de sódio);
Glicerina.

Materiais

Funil de separação;
Garras, argolas e muflas;
Espátula;
Béquer;
Bastão de vidro;
Proveta;
Chapa de aquecimento;
Termômetro;
Suporte Universal;
Erlenmeyer;
Balão de fundo redondo;
Balança;
Funil;
Placa de porcelana;
Algodão

PROCEDIMENTO:

1 – Preparo da solução de etóxido de sódio

Em um béquer de 100 mL, adicionar 0,5 g de hidróxido de sódio (NaOH) em 25 mL de etanol e agitar até a completa dissolução do NaOH.

2 – A reação de transesterificação

Em um balão de fundo redondo capacidade 150 mL adicionar 50 mL de óleo de soja e aquecer em banho maria sob agitação com auxílio de uma barra magnética até atingir a temperatura entre 55° - 60°C. Em seguida, adicionar a solução de etóxido de sódio recém preparada ao óleo, e manter a mistura reacional a 55° - 60°C por 2 horas sob agitação.

3 – Lavagem do biodiesel

Transferir a mistura reacional para um funil de separação de 125 mL e adicionar 15 mL de glicerina para ajudar na separação das fases, deixando em repouso por aproximadamente 24 horas.

A fase superior é o biodiesel de soja e a fase inferior é a glicerina, junto com etanol não reagido e hidróxido de sódio.

Recolher a fase inferior em um béquer. E fazer o procedimento de lavagem da fase superior que é o biodiesel:

1º: com 5 mL de solução aquosa de HCl 5% (v/v), agitando lentamente o funil de separação e descartando a fase inferior no béquer.

2º: com 2 x 5 mL de solução saturada de NaCl, agitando lentamente o funil de separação e descartando a fase inferior no béquer

3º: com 5 mL água destilada, agitando lentamente o funil de separação e descartando a fase inferior no béquer.

Transferir o biodiesel lavado para um béquer de 250 mL, adicionar sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4) e filtrar a mistura em um funil com auxílio de um algodão diretamente em um Erlenmeyer.

4 – Teste de combustão

Em uma placa de porcelana contendo dois pequenos chumaços de algodão embebidos com óleo de soja e biodiesel. Usar palito de fósforo como fonte de calor para promover a combustão.

*** Esse teste deve ser realizado pelo professor para evitar que ocorra algum acidente.**

✓ *Para a Síntese do Biodiesel também poderia ter sido utilizado óleos residuais resultantes do processo de fritura dos alimentos provenientes da casa dos estudantes. Porém o óleo teria que passar por um processo térmico para retirada da água proveniente dos alimentos congelados e por uma filtração para a eliminação de resíduos sólidos.*